



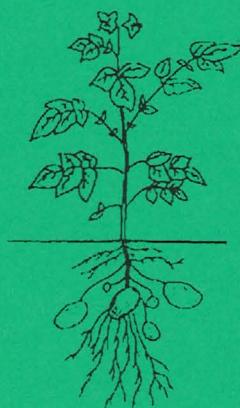
**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

BIBLIOTEKET

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET
Institutionen för markvetenskap
Försöksavd. för hydroteknik
750 07 UPPSALA 7

UTVÄRDERING AV VÄXTANALYS I FABRIKSPOTATIS

Erik Svensson
Harry Linnér
Haldo Carlsson



Samarbete mellan Fabrikspotatiskommittén och Sveriges Lantbruksuniversitet

Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik

Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Soil Sciences
Division of Agricultural Hydraulics

Avdelningsmeddelande 95:3
Communications

Uppsala 1995

ISSN 0282-6569

ISRN SLU-HY-AVDM--95/3--SE

Denna serie meddelanden utges av Avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Serien innehåller sådana forsknings- och försöksredogörelser samt andra uppsatser som bedöms vara av i första hand internt intresse. Uppsatser lämpade för en mer allmän spridning publiceras bl a i avdelningens rapportserie. Tidigare nummer i meddelandeserien kan i mån av tillgång levereras från avdelningen.

This series of Communications is produced by the Division of Agricultural Hydrotechnics, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. The series consists of reports on research and field trials and of other articles considered to be of interest mainly within the department. Articles of more general interest are published in, for example, the department's Report series. Earlier issues in the Communications series can be obtained from the Division of Agricultural Hydrotechnics (subject to availability).

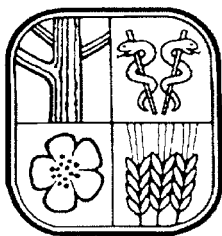
Distribution:

Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik
Box 7014
750 07 UPPSALA

Tel. 018-67 11 85, 67 11 86

Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Soil Sciences
Division of Agricultural Hydrotechnics
P.O. Box 7014
S-750 07 UPPSALA, SWEDEN

Tel. +46-(18) 67 11 85, +46-(18) 67 11 86



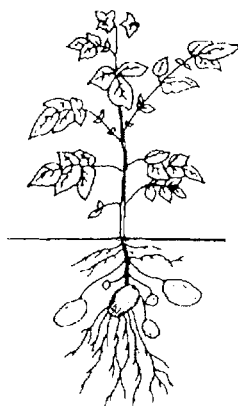
**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

DUKET

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET
Institutionen för markvetenskap
Försöksvärd för jordbruk
740 07 UPPSALA

UTVÄRDERING AV VÄXTANALYS I FABRIKSPOTATIS

**Erik Svensson
Harry Linnér
Haldo Carlsson**



Samarbete mellan Fabrikspotatiskommittén och Sveriges Lantbruksuniversitet

**Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Soil Sciences
Division of Agricultural Hydrotechnics**

**Avdelningsmeddelande 95:3
Communications**

Uppsala 1995

ISSN 0282-6569

ISRN SLU-HY-AVDM--95/3--SE

FÖRORD

Under 1980-talet ökade intresset för växtanalyser och deras användning som instrument för förbättringar av växtnäringsstyrningen. Det stod emellertid klart att utvärderingen av analysresultaten måste förbättras och vidare att det inte kunde vara tillfredsställande med enbart ett allmänt tyckande beträffande utfallet av de erhållna prognoserna. För att förbättra prognoserna och kontrollera utfallet av dessa behövdes och behövs bland annat fältförsök. För att genomföra ett projekt av tillräcklig omfattning krävdes av kostnadsskäl samarbete mellan olika intressenter. Fabrikspotatiskommittén tog därför i första hand kontakt med Avdelningen för hydroteknik, Institutionen för markvetenskap vid SLU där närliggande arbeten påbörjats tidigare. För ytterligare samarbete kontaktades flera intressenter. Medverkande i samarbetet på olika sätt och i olika omfattning blev slutligen följande:

Fabrikspotatiskommittén
Avdelningen för hydroteknik, SLU
Avdelningen för öppen växtodling, SLU
Hushållningssällskapet i Kalmar län
Hushållningssällskapet i Kristianstads län
Solanum
Lennart Månsson International (LMI), Helsingborg
Agrolab, Kristianstad
Avdelningen för växtnäringslära, SLU

Till alla som bidragit till genomförandet av projektet uttalas härmed ett varmt tack.

Författarna

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sida

INLEDNING	7
LITTERATURÖVERSIKT	9
1. FÖRSÖKSSERIerna R1-253, FK-6048, L1-6048 OCH SO-6048	12
Försöksplaner och utförande	12
Försöksplatser och jordartsförhållanden	13
Potatissorter	13
Gödsling	13
Väderlek	15
ANVÄNDA VÄXTANALYSMETODER	16
Agrolabs växt- och jordanalys, totalhalter i hela blad	16
Laboratoriebestämning av nitratkväve i bladskäft	16
Metod LMI (Lennart Månsson International, Helsingborg)	16
Snabbmetod för bestämning av nitratinnehåll i bladskäft	16
FÖRSÖKSRESULTAT	17
Avkastning, stärkelsehalt och kväueupptagning i knölskörden ...	17
Mineralkväue i marken	19
Samband mellan kväuetillgång och skörd	20
Kaliumdelen av projektet	22
UTVÄRDERING AV GÖDSLINGS-PROGNOSERNAS TILLFÖRLITLIGHET	25
FÖRSÖKSSERIerna 253 OCH 6048	26
Agrolabs på växt- och jordanalys baserade råd beträffande kväue .	26
Nitratkväueanalys av bladskäft	30
Metod LMI	34
Snabbmetoden	35
Agrolabs råd beträffande kalium	36
2. FÖRSÖKSSERIerna FK-1241, -1241 B, -8001 OCH R7-714	37
A. Försöksserierna FK-1241, 1241 B och 8001	38
Resultat från led som kväuegödslats med 100 kg/ha	39
Resultat från led som kväuegödslats med 150 kg/ha	40
Resultat från led som kväuegödslats med 200 kg/ha	41
Jämförelse mellan kväuenivåerna 100 och 150 kg/ha	42
Skördetidens betydelse	42
Olika sorter	43
B. Försöksserien R7-714	43
Inledning	43
Antal försök	43
Försöksplatsernas gödsling och växtnäringsförhållanden ...	43
Väderleksförhållanden under försöksperioden	44
Resultat	44
Diskussion	45
SAMMANFATTNING OCH DISKUSSION	48
LITTERATURFÖRTECKNING	52

INLEDNING

Arbeten med växtanalys i olika former i avsikt att använda analysresultaten i växtnäringsrådgivningens tjänst har från och till pågått under lång tid. Praktisk tillämpning av växtanalyser inom jordbruket har emellertid dröjt. Inom trädgårdsområdet och i synnerhet inom växthusodlingen har förhållandet varit annorlunda.

Orsakerna till att metoderna inte kommit till användning för förbättrad växtnäringsrådgivning inom jordbruket har varit flera. Bland annat har kostnaderna ansetts vara för höga. Vidare har tiden mellan provtagning och färdiga rådgivningsresultat varit för lång. Underlaget för utvärdering av de erhållna analysresultaten har också varit mycket begränsat. Dominerande metoder för att förbättra rådgivningsunderlaget har i stället varit fältförsök, markkartering (ej kväve) och på senare år i viss utsträckning bestämning av mineralkväve i marken höst och/eller vår.

Under 1980-talet tog arbetena med växtanalys emellertid mera fart. Analystekniken utvecklades och möjliggjorde snabbare bestämning av flera element samtidigt. Datorutvecklingen underlättade bearbetning av omfattande data-material och en del forskningsresultat beträffande sambanden mellan analysdata och växtnäringsbehov framkom. Det stod dock klart att utvärderingen och översättningen av analysresultaten till gödslingsråd var en svag länk i kedjan. Likaså behövdes möjligheter till kontroll av huruvida åtgärder baserade på analysdata verkligen ledde till åsyftade resultat.

För en sådan uppföljning behövs fältförsök. För att kunna genomföra en någorlunda omfattande serie försök inleddes samarbete mellan Fabrikspotatiskommittén och Avdelningen för hydroteknik, SLU och sedermera även med Hushållningssällskap med flera (se förordet).

Projektets planer har haft beteckningarna R1-253, FK-6048, L1-6048 samt SO-6058. Bakom beteckningarna döljer sig en och samma försöksplan. De skilda beteckningarna beror på olika huvudmän. Kärnan i försöksplanen är stegrade kvävegivor i kombination med olika tillförselsätt (engångsgiva eller delade givor). Avgränsningen till kväve gjordes på grund av detta växtnäringsämnes ofta dominerande betydelse och för att begränsa kostnaderna för försöken. Senare kompletterades planen dock med en kaliumdel. Denna avser primärt jämförelse mellan hel och delad kaliumgiva.

Planeringen av projektet gjordes av Fabrikspotatiskommittén och Avdelningen för hydroteknik. Utförandet på fältet har genomförts av försökspatrullerna på Ugerup och hos Hushållningssällskapen i Kalmar, Kristianstad och Malmöhus län samt Södra Jordbruksförsöksdistriktets patrull i Blekinge.

Analyserna har utförts av Agrolab, Kristianstad och av LMI, Helsingborg. Bearbetning av försöksresultaten har gjorts vid Avdelningen för hydroteknik. Utvärdering av resultaten har gjorts av Fabrikspotatiskommittén och Avdelningarna för hydroteknik och öppen växtodling tillsammans. Beräkningarna av biologiskt och ekonomiskt optimala kvävegivor har utförts av försöksledare Lennart Mattsson, Avdelningen för växtnäringslära, SLU.

Resultaten från projektet har löpande redovisats i meddelandena 26-29 från Fabrikspotatiskommittén samt i de årliga sammandragen av FK:s försöksverksamhet 1990, 1991 och 1992.

För utvärderingen av växtanalysernas möjligheter har, som redan nämnts, använts en försöksplan med stigande givor av kväve och delvis också kalium. Detta ger möjligheter till en del andra beräkningar vid sidan av det primära ändamålet, exempelvis samband mellan kvävetillgång och analysresultat eller beräkning av optimala kvävegivor m m. Rapporten innehåller därför även sådana beräkningar. Sådana analyser av materialet kan exempelvis användas för att förbättra tolkningen av växtanalysdata.

Utöver de ovannämnda försöksplanerna som utformades speciellt för att möjliggöra utvärdering och kontroll av växtanalyser har även andra planer vilka primärt varit avsedda för andra ändamål utnyttjats. Dessa är:

R7-714 Sortprovning i fabrikspotatis med tre kvävenivåer

FK-1241 " -

FK-8001 Försök med PVY i olika sorter med tre kvävenivåer

Dessa är naturligtvis inte lika väl ägnade för härvarande ändamål som de specialdesignade planerna men är å andra sidan betydligt bättre än allmänna observationer där jämförelsemöjligheter saknas. Utan sådana får det såsom försöken också visar anses praktiskt taget omöjligt att avgöra huruvida företagna åtgärder gett avsedd effekt eller ej.

LITTERATURÖVERSIKT

Användning växtanalys för att bedömning näringsstatusen hos grödor bygger på att det finns samband mellan halten av olika näringsämnen i växten och tillväxt eller skörd. Entydiga sådana samband för ett växtnäringsämne gäller endast om alla andra tillväxtfaktorer är väl tillgodosedda (Nielsen, 1992). För ett visst näringsämne ökar tillväxten då upp till en kritisk koncentration i växten. Ytterligare förhöjd koncentration ger inte ökad tillväxt och vid alltför hög koncentration avtar tillväxten. För olika näringsämnen kan kritiska koncentrationer, som om de underskrids medför att tillväxten begränsas, bestämmas. I Riesenauer (1976) har kritiska koncentrationer för ett stort antal grödor redovisats.

I potatis används vanligen inte hela plantor utan istället bladstjälkar eller blad för växtanalys, dels för att reducera provmängderna och dels för att lättare få representativa prov från ett fält. I de flesta undersökningar som utförts i potatis har nitratkoncentrationen i bladskaft från det sista fullt utvecklade bladet (vanligen det 4:e bladet från toppen) använts för att bedöma kvävestatusen. I några undersökningar har nitrathalten eller totalkvävehalten i hela blad analyserats. Nedan ges en översikt av mera omfattande undersökningar av växtanalys i potatis i olika länder.

Williams & Maier (1990) redovisar i 2 uppsatser resultaten av 2 års försök på fem platser i Australien. I försöken ingick 9 kvävenivåer och 3 sorter. Analys av nitratkvävehalten i prov av minst 30 bladskaft från det yngsta fullt utvecklade bladet utfördes vid 5 tidpunkter under växtperioden. Insamlingen skedde på förmiddagen mellan klockan 8 och 12. Williams & Maier redovisar mycket goda samband mellan nitratkvävekoncentrationen och knölskörden vid alla provtagningstidpunkterna utom den tidigaste före knölbildningens början. De fann att nitratkvävehalten för optimal skörd bör uppgå till 2,7 - 3,0 % av ts i början av knölbildningen och 1,0 - 1,6 % sent under knöltillväxten. Plats och potatissort var av underordnad betydelse.

De fann också ett mycket gott samband mellan laboratorieanalyser av nitrathalten i bladskaft och bestämning av nitratkväve i växtsaften från bladskaft med kvävestickor (Merckoquant) och reflektometer (Nitrachek). De menar att snabbmetoden är en billig och tillförlitlig metod för odlare och rådgivare.

Loon & Houwing (1989) redovisar ett stort projekt om kvävestyrning till matpotatis genom växtanalys i Holland. I 19 försök 1980 - 81 och 1984 - 86 genomfördes ett omfattande analysprogram i olika sorter och vid olika kvävegödsling. För analys insamlades 30-40 bladskaft från 4-5:e bladet från toppen. Provtagningen skedde klockan 8-10 på morgonen. De fann att nitratkvävehalten i bladskaft från det 4:de bladet från toppen bör vara omkring 2,5 % av ts 25-30 dagar efter uppkomsten och 1,4 % 50 dagar efter uppkomsten för optimal skörd. De fann också mycket goda samband, för såväl växtsaft som jord, mellan laboratoriebestämning av nitrathalten och bestämning med nitratstickor och reflektometer.

Lorenz & Tyler (1976) från Kalifornien, USA publicerade riktvärden för nitratkväve, fosfor och kalium i potatis och många andra växtslag. För växtanalys i potatis rekommenderas bladstjälkar från 4:e bladet från toppen. Som kritiska nitratkvävehalter angavs 1,2 %, 0,9 % och 0,5 % tidigt, medelsent respektive sent under växtperioden.

Gardner & Jones (1975) föreslog riktvärden för nitratkvävehalt i bladskäft baserade på fältförsök i Idaho, USA. För analys uttogs 30 bladskäft från de senaste fullt utvecklade bladen. Resultaten visade att nitratkvävehalten för optimal skörd inte bör vara lägre än 2,2 %, 1,9 % och 1,4 % av torrsubstansen tidigt, medelsent respektive sent under växtperioden.

Westermann & Kleinkopf (1985) genomförde en treårig undersökning i Idaho, USA 1978-80. De analyserade nitratkvävehalten i 30-40 bladskäft från 4:e bladet från toppen och fann att nitratkvävehalten under knöltillväxten bör uppgå till 1,5 % av ts för optimal tillväxt.

Roberts & Cheng (1988) analyserade i ett 5-årigt projekt i Washington, USA nitratkvävehalten i bladskäft från 4-5:e bladet från toppen. Provtagningen skedde på morgonen. De fann att halten borde vara inom intervallet 1,3 - 1,9 % av ts 30 dagar efter uppkomsten och 1,0 - 1,7 % 50 dagar efter uppkomsten. I en senare rapport (Roberts, Cheng & Farrow, 1989) jämfördes upptagningen av nitrat- och ammoniumkväve som tillfördes under växtperioden. Undersökningen visade nitratkvävet snabbt togs upp medan upptagningen av ammoniumkväve (efter omvandling till nitrat) skedde 7-10 dagar senare.

Porter & Sisson (1991) undersökte nitratkvävehalten i bladskäft från 4-5:e bladet vid flera tidpunkter under växtperioden. Studien skedde 1986-89 i Maine, USA. De fann för alla åren ett starkt samband mellan nitratkvävehalten i bladskäft och kvävegödsling oberoende av sort eller förfrukt. Omkring 30 dagar efter uppkomsten bör nitratkvävehalten i bladskäft vara 1,6-1,7 % av ts för optimal skörd enligt denna undersökning. Vid halter över 2,2 blev skörden lägre.

Buwalda & Freeman (1987) jämförde olika analysers och växtdelars lämplighet för växtanalys i potatis och andra grödor i Nya Zeeland. De fann att nitratkväveanalys av de senaste fullt utvecklade bladen var en bättre indikator på grödans kvävestatus än totalkvävehalten i motsvarande blad eller i alla blad.

Gupta & Saxena (1976a) studerade olika växtdelars lämplighet för växtanalys i potatis i Indien. De fann att nitratkvävehalten i bladskäft från nyligen fullt utvecklade blad var den bästa indikatorn för potatisens kvävestatus. I en annan undersökning (Gupta & Saxena, 1976b) analyserades totalkvävehalten i prov av alla gröna blad från potatisplantor vid olika tidpunkter. Det fanns ett gott samband mellan totalkvävehalten 70-90 dagar efter sättningen och knölskörden.

Nitsch & Varis (1991) genomförde försök med växtanalys i potatis i Tyskland och Finland 1985-87. För att studera effekterna av olika organiska och oorganiska kvävegödselmedel analyserades nitratinnehållet i växtsaft från stjälkbasen. För varje analys uttogs 20 stycken 10 mm långa bitar av stjälkbasen under markytan. Analyserna gjordes med hjälp av nitratstickor (Merckoquant) och reflektometer (Nitrachek). De fann en god korrelation mellan kvävetillgång och nitrathalt i stjälkbasen. På grundval av undersökningarna presenterades optimala värden för nitratinnehållet i stjälkbasen under växtperioden.

Jemison & Fox (1988) undersökte tillförlitligheten vid bestämning nitrat i växtsaft och jord med nitratstickor och reflektometer. De fann mycket hög korrelation mellan laboratorieanalyser och bestämningar med snabbmetoden ($r = 0,87$ för växtsaft och $0,98$ för jord).

Prasad & Spiers (1984) gjorde liknande jämförelser i flera olika grödor i Nya Zeeland. De fann god korrelation mellan snabbtest och laboratoriebestämningar i alla undersökta grödor. I potatis var korrelationen mycket god ($r=0,94$ eller högre vid alla tidpunkter).

Bland undersökningar av växtanalys i potatis med avseende på fosfor och kalium kan nämnas Prummel & von Barnau-Sijthoff (1984). De samlade in blastprover från ett stort antal fält i Holland under flera år och i 18 olika sorter. De fann att maximala skördar erhöles då fosforhalten i blasten var högre än 0,5 % och när kaliumhalten var över 5,0 % av ts.

Rhue, Hensel & Kidder studerade kaliumkoncentrationen i prov av hela blad (4:e bladet från toppen). De fann att en kaliumhalt omkring 4,5 % av ts var tillräcklig för knölskörd på 40 ton/ha.

Lennartsson studerade växtnäringskoncentrationen i 4:e bladet i fem fabrikspotatisförsök 1987-88. Han fann goda samband mellan totalkvävekoncentrationen i hela blad och stärkelseskörd. Med hjälp av randkurvor beräknades optimala växtnäringskoncentrationer för olika tidpunkter under växtperioden. För totalkväve i hela blad var dessa 6,0 %, 4,7 % och 4,5 % av torrsubstansen för 30, 45 respektive 60 dagar efter uppkomsten.

Linnér (1992) presenterade goda samband mellan nitratkvävekoncentrationen i bladskaft från 4:e bladet och knölskörd. Ett utvärderingsdiagram baserat på drygt 1000 analyser i 40 fältförsök redovisas. En jämförelse mellan laboratorieanalyser av nitratkvävehalten och bestämningar av nitrathalten i växtsaft visade god korrelation ($r=0,91$).

Simán (1992) redovisade principerna för den växtanalysbaserade diagnos- och gödslingsmodell som utvecklats i första hand för stråsäd men som tillämpas även för potatis och oljeväxter.

Svensson (1992) redogjorde för utvecklingen av Lantmännens växt- och jordanalysmodell. Modellen bygger på information från analyser av växtprov och mineralkväve i marken samt på uppgifter om växtplatsen och dess behandling med syfte att bedöma kvävemineraliseringens storlek.

Biärsjö (1992) presenterade AgroLabs växt- och jordanalys i potatis. Gödslingsråden baseras på totalkväveanalys av hela blad och jordanalys avseende kväve.

Månsson & Jeppsson (1992) diskuterar LMI:s metod att analysera växtsaft i jämförelse med totalanalys av växtdelar. De hävdar att växtsaftsanalyser ger en bättre bild av grödans aktuella växtnäringsförsörjning än totalanalyser.

1. FÖRSÖKSSERIERN R1-253, FK-6048, L1-6048 OCH SO-6048

Försöksplaner och utförande

Försöksserien startade 1989 med 7 orienterande försök av vilka 6 skördades och ett kasserades. I dessa enkla försök ingick endast 3 led med 3 upprepningar. Behandlingarna var

- A. Ingen kompletteringsgödsling (= försöksvärdens gödsling)
- B. Kompletteringsgödsling med 25 kg kväve per ha i början av juli
- C. " - 50 " -

Kompletteringsgödslingen skedde sålunda med fasta givor och inte efter eventuellt behov enligt växtanalyserna. Växtanalyser utfördes endast vid ett tillfälle med 2 olika metoder.

1990 startade den egentliga försöksserien med 8 försök (varav ett kasserades). I försöksplanen ingick 6 led med olika kväve- och kaliumgödsling. Grundgödslingen med kväve före sättningen var 100 eller 150 kg/ha. Kompletteringsgödsling med 50 eller 100 kg/ha i form av kalksalpeter eller kalkammonsalpeter skedde 30-35 dagar efter uppkomsten. Kompletteringsgödsling med 50 eller 100 kg kalium per hektar i form av kaliumsulfat utfördes vid samma tidpunkt. Försöksplanen omfattade följande led:

Led	Kvävegödsling, kg/ha		Kaliumgödsling, kg/ha	
	Grundgiva	Tilläggs-giva	Grundgiva	Tilläggs-giva
N0*	0		150	
A	100		150	
B	100	50	150	
C	100	100	150	
D	100	50	150	50
E	100	50	150	100
F	150		200	

*) Endast 1991 och 1992

Växtanalyser i form av laboratoriebestämning av totalkväve i hela blad och nitratkväve i bladskäft utfördes på generalprover från leden A-E och led F 25-30 dagar efter uppkomst.

1991 utökades försöksplanen med ett led utan kvävegödsling med kaliumgivan 150 kg/ha före sättning. Enligt denna plan genomfördes 11 försök 1991 och 9 försök 1992 varav ett kasserades. Växtanalyser utfördes 25-30 dagar efter uppkomst enligt ovan samt i ledet utan kvävegödsling. Ytterligare en analys utfördes 40-45 dagar efter uppkomst. Utöver de 2 metoder som användes 1990 utökades analyserna med LMI:s plantsaftmetod och en snabbmetod för bestämning av nitrathalt. Analysmetoderna beskrivs mer utförligt senare.



Bild 1. I flertalet serier har prov tagits från den relativt tidiga sorten Saturna



Bild 2. Sorten Producent var förhållandevis ny under försöksperioden. Sorten provtogs i serien FK-8001

Försöksplanen har fått sin utformning för huvudändamålet att utvärdera växtanalysmetodernas tillförlitlighet i fabrikspotatis. Men samtidigt finns möjlighet att använda planen som en kväveintensitetsplan för att bestämning av optimala kvävegivor. Vidare belyses frågeställningen hel eller delad kvävegiva. Dessutom kan resultaten användas inte enbart för att testa befintliga växtanalysmetoder utan även för att vidareutveckla dem.

Totalt genomfördes åren 1989-1992 $6+7+11+8 = 32$ försök.

Försöksplatser och jordartsförhållanden

I tabell 1 redovisas de försök som genomförts med uppgifter om jordart, fosfor- och kaliumklasser samt pH i matjorden.

Potatissorter

I försöken har försöksvärdarnas sorter och utsäde använts. Försöksvärdarna har också svarat för de normala skötselåtgärderna i odlingarna. Sorten Prevalent har använts i 12 av försöken, Producent i 8, Saturna i 7, Bintje i 3 samt Senator och Danva i vardera ett försök. Bintje är tidigast av de använda sorterna. Därefter kommer Saturna. Övriga sorter är sena. Sort och tidighet har sannolikt betydelse för tolkningen av växtanalysresultaten. Materialet är dock för litet för att medge en uppdelning på sorter.

Bevattnings

Torka kan leda till att potatisens växtnäringsupptagning hämmas. Även om det finns rikligt med kväve i marken kan växtanalysen då avslöja brist beroende på att grödan inte förmår tillgodogöra sig kvävet i marken. En förutsättning för att växtanalysen skall ge tillförlitliga resultat är därför att grödan har god tillgång på vatten.

Avsikten var att samtliga försök skulle bevattnas vid behov. Bevattningen utfördes av försöksvärden då fältet i övrigt bevattnades. Av de 32 försöken bevattnades 26 med i medeltal 120 mm. Givorna var i allmänhet 20-30 mm/gång. I medeltal var givan 24 mm/bevattnings. 9 av försöken bevattnades 7-9 gånger, 7 försök bevattnades 5-6 gånger, 5 försök bevattnades 3-4 gånger och 5 försök 1-2 gånger.

Gödsling

Gödslingen med kväve och kalium skedde enligt försöksplanerna 1990-1992. Avsikten var att försöken inte skulle placeras på fält som hade gödslats med stallgödsel under de senaste åren. Detta krav kunde inte uppfyllas för några av försöksplatserna.

Fosforgödslingen skulle vara 50-70 kg/ha enligt planerna. I medeltal gavs 62 kg/ha i de försök där endast handelsgödsel tillfördes. I 4 försök gavs i medeltal 32 kg fosfor per hektar i form av handelsgödsel och resten av fosfor i form av

stallgödsel. I 5 försök gavs fosfor endast som stallgödsel. I 3 fall saknas uppgift om fosforgödsling.

Kompletteringsgödsling med kväve enligt försöksplanerna gavs i form av kalksalpeter eller kalkammonsalpeter. Kompletteringsgödsling med kalium gavs i form av kaliumsulfat.

I de orienterande försöken 1989 var grundgivan av kväve den av försöksvärden använda givan. Givorna uppgick till 105-156 kg/ha. I medeltal gavs cirka 130 kg/ha varav en del i form av stallgödsel.

Tabell 1. Försöksplatser och jordartsförhållanden i försöken 1989-1992

Försöksserie Försöksnummer	Plats	Län	Jordart	P-Al- klass	K-AL- klass	pH
FK-6045, 35/89	Tostarp	K	-	-	-	-
" , 77/89	Gringelstad	L	mf sv l sand	II	I	5,9
R1-252 131/89	Ugerup	L	nmh sv l sand	-	-	-
" , 34/89	Håstaryd	K	-	-	-	-
" , 73/89	Norup	L	mmh l mo	III	III	6,6
L1-252 , 74/89	Hovgården	L	mf l sand	IV	II	6,3
FK-6048, 62/90	Ugerup	L	mf sv l sand	V	III	6,3
" , 28/90	Ysane	K	mmh l sand	V	I	6,7
R1-253 106/90	Ugerup	L	mmh l sand	V	III	7,8
" , 27/90	Leråkra	K	mr l sand	V	III	6,5
" , 2/90	Lillevångsv.	L	mr sa LL	III	II	6,9
L1-6048, 25/90	Gringelstad	L	nmh l sand	IV	III	5,5
" , 26/90	Hellegården	L	mf l sand	V	II	6,9
FK-6048, 39/91	Ugerup	L	mmh l sand	V	III	7,8
" , 25/91	Ysane	K	mmh sv l sand	V	III	6,5
" , 40/91	Vista	L	nmh l sand	V	III	8,0
R1-253 125/91	Hagby	H	mmh l sand	V	III	6,8
" , 26/91	Bredåkra	K	mmh l sand	III	II	6,2
" , 4/91	Nymö	L	mmh sv l sand	V	III	7,7
L1-6048, 113/91	Runtorp	H	mmh l mo	III	II	5,7
" , 22/91	Gringelstad	L	nmh sv l sand	V	II	7,0
" , 23/91	Lillevångsv.	L	mmh l sand	IV	II	7,7
SO-6048 660/91	Borgeby	M	nmh l sand	IV	I	6,4
" 661/91	Orup	M	mmh l sand	III	II	6,5
FK-6048, 38/92	Ugerup	L	mmh l sand	V	III	7,6
" 137/92	Lindeberga	H	mmh sv l sand	IV	IV	6,1
" , 22/92	Stiby	K	mf sand	IV	II	6,3
R1-253 , 2/92	Nymö	L	mmh l sand	V	III	7,5
L1-6048, 127/92	Hossmo	H	mmh sv l mo	V	III	6,2
" , 17/92	Gringelstad	L	mf sv l sand	V	III	6,7
" , 18/92	Vista	L	mmh l sand	V	II	7,6
SO-6048 690/92	Karlslund	M	mf l sand	V	II	7,4

Väderlek

Uppgifter om nederbörd redovisas i tabell 2 för några klimatstationer i närheten av försöksplatserna. Månadsmedeltemperatur för Ugerup och Helgegården redovisas i tabell 3.

Tabell 2. Aktuell och normal nederbörd

År	Plats	Län	Nederbörd, mm				
			Maj	Juni	Juli	Aug	Sept
1989	Ugerup	L	14	24	27	130	16
"	Olofström	K	24	39	-	96	37
1990	Ugerup	L	43	39	87	17	77
"	Bredåkra	K	47	44	28	26	105
1991	Ugerup	L	50	140	19	48	39
"	Kalmar	H	30	112	26	36	29
"	Bredåkra	K	34	149	27	33	34
"	Kristianstad	L	66	123	18	41	50
"	Lund	M	54	136	44	42	47
1992	Helgegården	L	10	1	43	93	59
"	Kalmar	H	4	0	36	103	26
"	Kristianstad	L	15	0	39	90	36
"	Lund	M	11	0	65	108	42
"	Olofström	K	10	0	37	115	48
Normalvärden							
1950-80:							
	Ugerup		35	40	63	53	50
	Olofström		44	43	78	65	60
	Bredåkra		39	37	64	53	54
	Kalmar		37	33	62	59	47
	Kristianstad		42	40	71	54	50
	Lund		43	49	73	68	59

Tabell 3. Månadsmedeltemperatur vid Ugerup 1989-91 och vid Helgegården 1992

	Månadsmedeltemperatur				
	maj	juni	juli	aug	sept
1989	11,8	14,7	16,7	15,5	12,9
1990	12,1	15,7	16,1	16,8	11,4
1991	9,4	12,2	18,0	17,6	13,3
1992	12,5	16,9	18,1	16,8	12,4
Normal 1961-90	10,3	14,7	16,2	15,7	12,3

ANVÄNDA VÄXTANALYSMETODER

I försöken har 4 olika växtanalysmetoder använts. I 2 av metoderna ingår både växt- och jordanalys. De olika metoderna beskrivs nedan enligt uppgifter från metodföreträdarna.

Agrolabs växt- och jordanalys, totalhalter i hela blad

För växtanalys insamlas minst 40 hela blad inklusive bladskaft. Det blad som används är det 4:e bladet uppfifrån. Totalkvävehalten bestäms genom Kjeldahlanalys. Ytterligare 12 ämnen inklusive fosfor och kalium bestäms med ICP. Jorden analyseras på innehåll av mineralkväve (nitrat- och ammoniumkväve). Jordprovet består av minst 16 borrhstick uttagna enligt anvisningar från Agrolab. Resultaten av blad- och jordanalyserna bearbetas tillsammans med uppgifter från det aktuella fältet och grödan (bland annat förväntad skörd) i ett beräkningsprogram. Slutresultatet blir ett gödslingsråd.

Laboratoriebestämning av nitratkväve i bladskaft

För analys insamlas minst 40 bladskaft från de sista fullt utvecklade bladen (cirka 4:e bladet uppfifrån). Nitratkvävehalten bestäms på laboratorium och anges i procent av torrsubstansen. Analyserna har i denna undersökning utförts av Agrolab. Gödslingsråden baseras på analysvärdet och tidpunkten för provtagningen enligt en skala som utarbetats av Harry Linnér, SLU.

Metod LMI (Lennart Månsson International, Helsingborg)

Ett prov av det äldsta friska bladet inklusive bladskaft från cirka 40 plantor insamlas. Växtsaften pressas ur och analyseras på sitt innehåll av nitratkväve, ammoniumkväve och ytterligare 16 element inklusive fosfor och kalium. Jorden analyseras enligt modifierad Spurwaymetod som är standardmetod hos LMI. På jordproverna bestäms pH, ledningstal, nitrat- och ammoniumkväve och ytterligare 7 ämnen.

Snabbmetod för bestämning av nitratinnehåll i bladskaft

Minst 40 bladskaft från de sista fullt utvecklade bladen (4:e bladet uppfifrån) insamlas. Bestämning av nitratinnehållet sker med hjälp av nitratkänsliga kvävestickor (Merckoquant). Avläsningen av kväveinnehållet görs med hjälp av en reflektometer (Nitrachek). Metoden har i försöken använts för att undersöka om bestämningarna är tillräckligt tillförlitliga i jämförelse med laboratoriebestämningar. Om så är fallet skulle nitratbestämningarna kunna utföras i fält av lantbrukare eller rådgivare.

Av de beskrivna metoderna användes de 2 först beskrivna 1989 och 1990. 1991-92 användes alla 4 metoderna. Normalt togs prover för de olika metoderna vid samma tidpunkter.

FÖRSÖKSRESULTAT

Avkastning, stärkelsehalt och kväueupptagning i knölskörden

Resultat från de enskilda försöken har fortlöpande redovisats i de årliga meddelandena från Fabrikspotatiskommittén (nr 26-29). Här redovisas endast en sammanställning av de viktigaste resultaten (tabell 4).

Tabell 4. Resultat från de orienterande försöken 1989. Medeltal av 6 försök. A = försöksvärdens kvävegödsling, B = dito + 25 kg/ha, C = dito + 50 kg/ha

Behandling	Knölskörd ton/ha	Stärkelse- skörd, kg/ha	Stärkelse- halt, %	Kväve i knölar kg/ha
A	35,5	6536	18,81	134
B	34,7	6292	18,67	138
C	35,6	6519	18,76	144

Resultaten visar att kvävegödsling utöver försöksvärdarnas i genomsnitt inte resulterade i ökad avkastning. Endast i ett par fall var den optimala kvävegivan högre än försöksvärdens. Resultaten i de enskilda försöken var ojämna vilket bland annat kan bero på att en stor del av växtnäringen gavs i form av stallgödsel.

Den egentliga försöksserien startade 1990 med en för ändamålet bättre anpassad försöksplan. Resultaten av 1990 års försök redovisas i tabell 5.

Tabell 5. Resultat av 7 försök 1990

Behandling	Knölskörd ton/ha	Stärkelse- skörd, kg/ha	Rel- tal	Stärkelse- halt, %	Kväve i knö- lar, kg/ha
A. 100 N 150 K	39,1	7885	100	20,2	139
B. 100+50 N 150 K	42,4	8558	109	20,2	166
C. 100+100 N 150 K	42,7	8454	107	20,0	174
D. 100+50 N 150+50 K	42,3	8511	108	20,2	166
E. 100+50 N 150+100 K	44,7	8952	114	20,1	165
F. 150 N 200 K	43,3	8750	111	20,3	167

Resultaten från försöken 1990 visar att kvävegödsling utöver 150 kg/ha inte lönade sig. I medeltal var den ekonomiskt optimala kvävegivan för stärkelseskörden 151 kg/ha. I två försök var den 175 kg/ha och i ett försök knappt 100 kg/ha.

Uppdelning av kvävegivan var i medeltal inte lönsam (jämför led B, D och E med led F). I 4 av de 7 försöken gav dock delad kvävegiva högre avkastning än engångsgiva.

Kaliumdelen av projektet redovisas separat senare.

År 1991 kompletterades försöksplanen med ett led utan kvävegödsling och med kaliumgivan 150 kg/ha. 1991 och 1992 genomfördes 19 försök med den fullständiga planen. Resultaten från dessa försök redovisas i tabell 6.

Tabell 6. Sammanställning av resultat från 19 försök 1991-92

Behandling	Knölskörd ton/ha	Stärkelse- skörd, kg/ha	Rel- tal	Stärkelse- halt, %	Kväve i knö- lar, kg/ha
N0 0 N 150 K	30,1	5938	78	19,7	88
A. 100 N 150 K	38,4	7630	100	19,9	130
B. 100+50 N 150 K	41,2	8169	107	19,8	146
C. 100+100 N 150 K	41,2	8085	106	19,7	156
D. 100+50 N 150+50 K	41,4	8132	107	19,6	150
E. 100+50 N 150+100 K	42,4	8303	109	19,6	147
F. 150 N 200 K	40,5	7955	104	19,6	145

I medeltal har kvävegödsling över 150 kg/ha inte lönat sig. Ekonomiskt optimal kvävegiva var i medeltal 146 kg/ha. I 6 försök var dock den optimala kvävegivan 200 kg/ha eller högre och i 2 försök mellan 150 och 200 kg/ha. I 9 försök var den mellan 100 och 150 kg/ha och i 2 försök under 70 kg/ha. Den biologiskt optimala kvävegivan var i medeltal 14 kg/ha högre än den ekonomiskt optimala. Alla beräkningar av optimal kvävegiva avser stärkelseskörd.

Uppdelning av kvävegivan gav i genomsnitt högre avkastning (B, D och E jämfört med F). Med viss reservation för att kaliumgivan i de nämnda leden inte var densamma gav uppdelad kvävegiva i medeltal 1,2 ton/ha högre knölskörd och 246 kg/ha högre stärkelseskörd. Skördeökningen betalar väl de

ökade spridningskostnaderna. Uppdelningen ökar också möjligheterna att anpassa kvävegivan efter grödans behov det enskilda året.

Mineralkväve i marken

I de 26 försöken 1990-92 bestämdes mängden mineralkväve i marken (nitrat och ammoniumkväve) på våren före gödsling och på hösten efter skörd. På våren togs representativa prov för hela försöksplatsen och på hösten skedde provtagning i varje behandling. Prover togs i skikten 0-30 cm och 30-60 cm. Resultaten som redovisas här gäller för skiktet 0-60 cm.

På våren fanns det åren 1990-92 i medeltal 84, 62 respektive 68 kg mineralkväve per hektar i skiktet 0-60 cm. Variationen mellan försöksplatserna var stor. På 6 platser fanns det mindre än 30 kg/ha, på 9 platser 30-60 kg/ha, 4 låg inom intervallet 60-90 och 2 mellan 90 och 120 kg/ha. På 5 platser fanns det mer än 120 kg/ha varav 3 över 150 kg/ha. Högst uppmätta mängd mineralkväve på våren var 157 kg/ha.

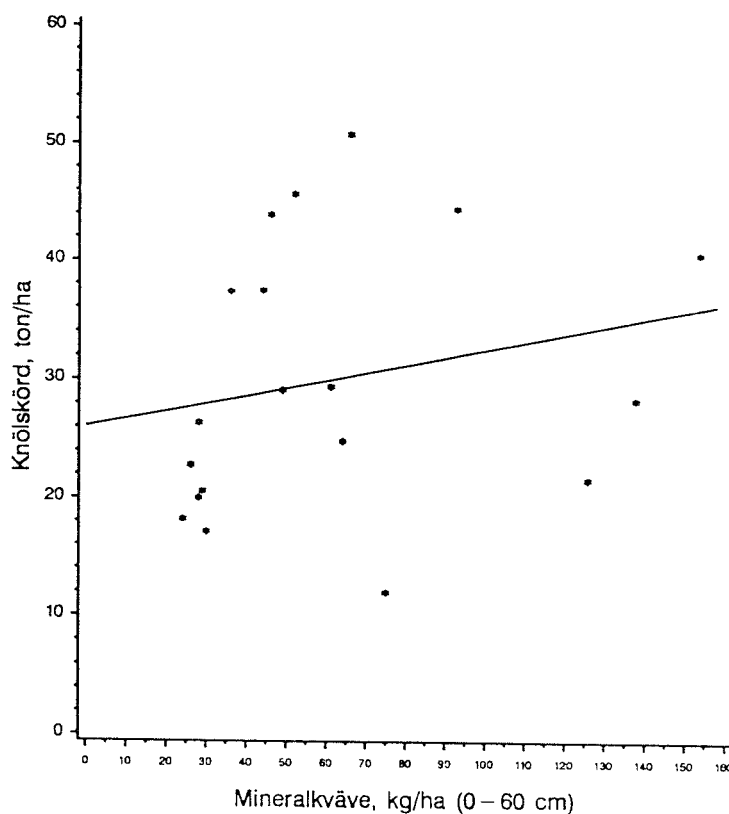
Mineralkvävemängderna som uppmättes på våren och på hösten efter skörden redovisas i tabell 7.

Tabell 7. Mineralkväve i skiktet 0-60 cm på hösten efter skörd.
Medeltal för 26 försök 1990-92 (7, 11 resp. 8 försök)

Behandling	Mineralkväve kg/ha			
	1990	1991	1992	Medeltal
Vår, generalprov:	84	62	68	68
Höst, ledvisa prov:				
N0 0 N 150 K	-	35	27	32
A. 100 N 150 K	72	45	49	54
B. 100+50 N 150 K	100	58	52	67
C. 100+100 N 150 K	117	66	90	87
D. 100+50 N 150+50 K	78	58	57	63
E. 100+50 N 150+100 K	94	57	51	65
F. 150 N 200 K	95	56	55	64

Jämfört med led utan kvävegödsling ökade mängden mineralkväve på hösten med 22 kg/ha i led som gödslades med 100 kg/ha och med 33 kg/ha vid gödsling med 150 kg/ha. Vid kvävegivan 200 kg/ha ökade restkvävemängden med 55 kg/ha jämfört med ogödslad. 1990 var det ogödslade ledet inte med i försöksplanen. Om man endast ser på resultaten för 1991-92, då alla leden fanns med, ökade restkvävemängderna med 15, 24 respektive 44 kg/ha i leden som gödslades med 100, 150 respektive 200 kg kväve per hektar i jämförelse med ogödslad led.

Samband mellan mineralkvävemängden i marken på våren och avkastningen i led utan kvävegödsling redovisas i figur 1. Sambandet är svagt positivt men inte statistiskt signifikant. Det gäller för såväl knöl- som stärkelseskörd och för skikten 0-30 och 0-60 cm.

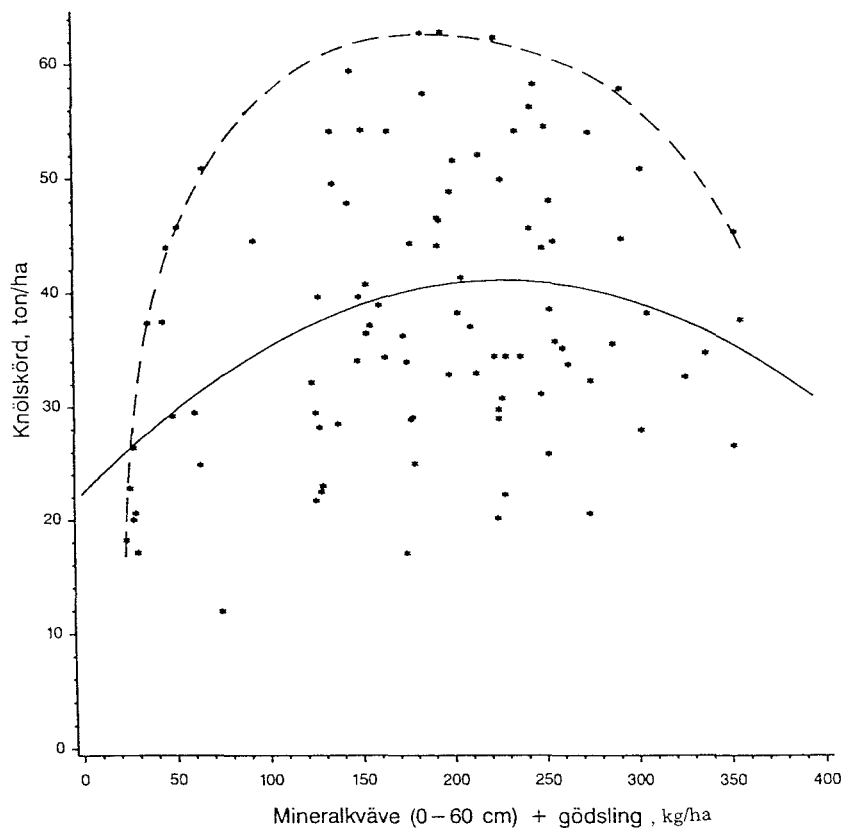


Figur 1. Samband mellan mineralkväve i marken (0-60 cm) på våren och knölskörden i led utan kvävegödsling. Data från 19 försök 1991-92.

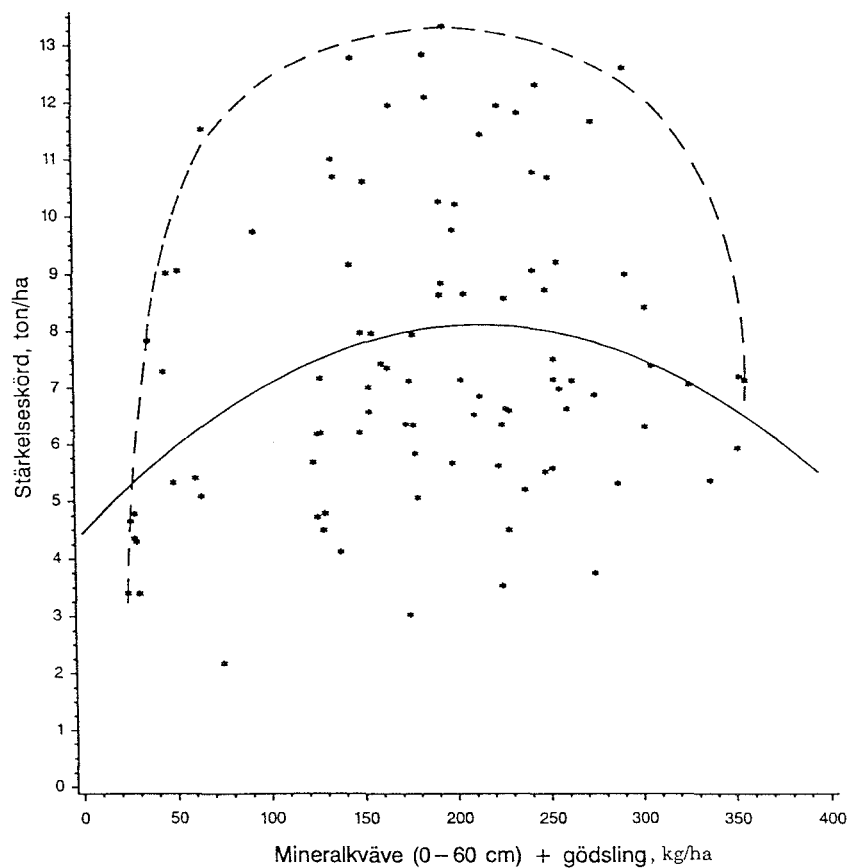
Samband mellan kvävetillgång och skörd

Sambandet mellan mineralkväve i marken på våren plus kvävegödslingen före sättningen och avkastningen redovisas i figurerna 2 och 3. Sambandet för knölskörd är statistiskt signifikant (95 %).

För knölskörden var den ekonomiskt optimala mängden kväve (gödsling + mineralkväve) 229 kg/ha. Mineralkvävemängden på våren var i medeltal 68 kg/ha varför biologiskt optimal kvävegiva i medeltal blir 161 kg/ha. Ekonomiskt optimal stärkelseskörd erhöles i medeltal vid kvävemängden 215 kg/ha. Ekonomiskt optimal kvävegiva blir för stärkelseskörden 147 kg/ha.



Figur 2. Samband mellan kvävetillgång (mineralkväve på våren, 0-60 cm, + kvävegödsling) och knölskörd. Data från 26 försök 1990-92. $Y = 22,23853 + 0,165929X - 0,00036238X^2$. $r = 0,37$.



Figur 3. Samband mellan kvävetillgång (mineralkväve på våren, 0-60 cm + kvävegödsling) och stärkelseskörd. Data från 26 försök 1990-92. $Y = 4,429998 + 0,034364X - 0,00007985X^2$. $r = 0,33$.

I figurerna 2 och 3 har även så kallade randkurvor lagts in. Dessa kurvor beskriver sambandet mellan kvävetillgång och avkastning när alla tillväxtfaktorer varit väl tillgodosedda. För alla punkter som ligger under randkurvan har någon annan faktor än kväve begränsat avkastningen.

Kaliumdelen av projektet

Ursprungligen var projektet avsett som ett rent kväveprojekt med en kväveintensitetsplan som grund. På grund av flera önskemål utvidgades dock planen med ett antal kaliumled för att i första hand studera effekten av tillskott av kalium under växtperioden samt i viss mån också kaliumgivans storlek. Planen medger dock endast begränsade möjligheter för kaliumstudier. Detta beror huvudsakligen på att kväveleden redan var givna och på att kaliumdelens omfattning måste begränsas av kostnadsskäl. Det kan också tilläggas att försöksverksamhet med kalium vid denna tidpunkt hade ringa omfattning.

För kaliumundersökningen är jordarnas kaliumtillstånd av speciellt intresse. En sammanställning av försöksplatsernas fördelning på olika kaliumklasser redovisas därför i tabell 8.

Tabell 8. Fördelning av antalet försök på K-Al och K-HCl-klasser

		K-Al och K-HCl-klasser				Summa
		I	II	III	IV	
1990	K-Al	1	2	4	0	7
	K-HCl	4	3	0	0	7
1991	K-Al	1	5	5	0	11
	K-HCl	7	3	1	0	11
1992	K-Al	0	4	4	1	9
	K-HCl	4	5	0	0	9
Summa	K-Al	2	11	13	1	
Summa	K-HCl	15	11	1	0	

Beträffande K-Al ligger som framgår av tabellen nästan samtliga inom klasserna II och III, vilket är representativt för försöksområdet. Alla försök utom ett ligger på jordar av K-HCl-klass I eller II. Sålunda kan samtliga kaliumvärden betraktas som låga. Som kaliumgödselmedel har använts kaliumsulfat med 41,5% kalium. Tilläggsgivorna spreds cirka 5 dagar efter blad- och jordprovtagningarna dvs 30-35 dagar efter uppkomst.

Av försöksplanen kan följande led användas för analys av kaliumeffekter:

Led	N	K
B	100+50	150
D	100+50	150+50
E	100+50	100+100
F	150	200

Antalet försök innehållande dessa led har varit 7, 11 och 8 under 1990, 1991 respektive 1992. På grund av viss kassation baseras någon jämförelse på 25 försök istället för på 26. Resultaten av kaliumdelen av projektet redovisas årsvis i tabellerna 9a-c och samlat i tabell 9d.

Tabell 9a. Sammanställning av 7 försök 1990

Led	Stärkelsehalt, %	Stärkelse-skörd, kg/ha	Skillnad kg/ha	Rel-tal	Kalium i knölar, kg/ha
B	20,2	8558	—	100	207
D	20,2	8511	-47	99	209
E	20,1	8952	+394	105	219
F	20,3	8750	+192	102	216

Tabell 9b. Sammanställning av 11 försök 1991 (Stärkelse 10 försök)

Led	Stärkelsehalt, %	Stärkelse-skörd, kg/ha	Skillnad kg/ha	Rel-tal	Kalium i knölar, kg/ha
B	19,9	7480	—	100	189
D	19,5	7370	-110	99	196
E	19,6	7500	+20	100	200
F	19,6	7230	-250	97	188

Tabell 9c. Sammanställning av 8 försök 1992

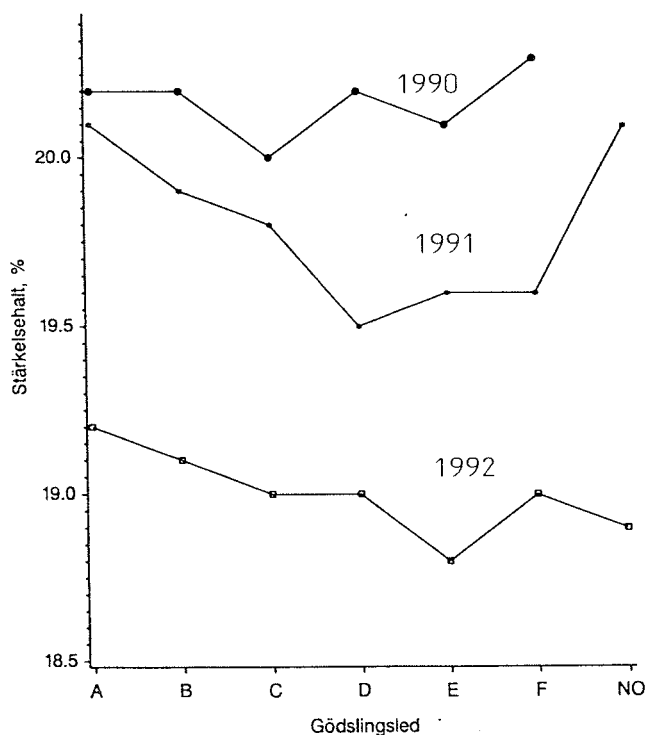
Led	Stärkelsehalt, %	Stärkelse-skörd, kg/ha	Skillnad kg/ha	Rel-tal	Kalium i knölar, kg/ha
B	19,1	8077	—	100	—
D	19,0	8118	+41	101	—
E	18,8	8260	+183	102	—
F	19,0	8198	+121	101	—

Tabell 9d. Sammanställning av 26 försök 1990-92 (Kalium i knölar 18 försök)

Led	Stärkelsehalt, %	Stärkelse-skörd, kg/ha	Skillnad kg/ha	Rel-tal	Kalium i knölar, kg/ha
B	19,7	8038	—	100	198
D	19,6	8000	-38	99,5	203
E	19,5	8237	+199	102,5	210
F	19,6	8059	+21	100,3	202

Stärkelsehalterna som bestämdes rutvis genom undervattensmetoden var förvånansvärt jämna såväl inom som mellan år. Endast små skillnader i stärkelsehalt finns mellan leden (figur 4). Resultaten från de enskilda åren stämmer väl överens med varandra och med vad som är normalt varför även de små skillnaderna kan anses säkra. Man kunde förväntat större skillnader mellan leden på grund av att kaliumgödslingen ofta sänker stärkelsehalten vid stigande givor. Det gäller vid användning av kaliumsulfat, som i dessa försök, men i ännu högre grad vid användning av kaliumklorid.

Utvärdering av kaliumgödslingens effekter på stärkelseavkastningen kan göras i några fall även om planen såsom tidigare nämnts inte innehåller alla önskvärda alternativ. Planen skulle i första hand belysa effekten av ett kaliumtillskott under växttiden. Vid jämförelse mellan leden B, D och E kan effekten av kaliumtillskott belysas. Ett tillskott av 50 kg/ha (led D) till grundgivan 150 kg/ha (led B) har i medeltal för samtliga försök och år inte ökat skörden. Variation mellan de enskilda försöken föreligger såtillvida att engångsgivan 150 kg/ha givit högst avkastning i 11 fall och led D med tillskottsgivan 50 kg/ha i 14 fall.



Figur 4. Stärkelsehalter i de olika leden år 1990, 1991 och 1992. För förklaring av ledbeteckningarna hänvisas till tabell 6 på sidan 18.

Vid tillskottsgivan 100 kg/ha (led E med totalgivan 250 kg/ha) ökade skörden något utöver såväl led B som led D. Bidragande till detta är i huvudsak året 1990. Även vid den större tillskottsgivan var variationen stor mellan de enskilda resultaten. Sålunda gav led E (150+100 kg/ha) högre skörd än led B (150 kg/ha) i 15 fall och lägre skörd i 10 fall. Jämförs led E istället med led D erhålles praktiskt taget samma resultat. Led E gav högre avkastning i 16 fall och lägre i 9 fall.

De nämnda resultaten härrör huvudsakligen från jordar med K-Al-klasserna II och III där en kaliumgiva på omkring 200 kg/ha i regel enligt erfarenhet borde vara lämplig till fabrikspotatis.

En tillskottsgiva på 50 respektive 100 kg/ha har alltså i medeltal haft en liten positiv effekt men detta har endast inträffat i något mer än hälften av antalet undersökta fall. Variationen har varit stor.

Beklagligtvis finns inga moment som visar vilken effekt givorna i led D (150+50 kg/ha) och led E (150+100 kg/ha) skulle haft som engångsgivor före sättningen. Med viss reservation kan dock vissa jämförelser göras mellan engångsgiva före sättning och delad giva av samma totalstorlek. Sålunda har led D fått 150+50 kg/ha medan led F fått 200 kg/ha som engångsgiva. Led F har i medeltal gett något högre skörd än led D och detta har också varit fallet i 10 av 25 fall. Dessa båda led har vardera kvävegödslats med 150 kg/ha, F som engångsgiva och D som delad giva. I den mån delningen av kvävegivan varit positiv har F i jämförelse med D i någon mån missgynnats.

Försöken har som tidigare framgått legat på jordar med olika kaliumtillstånd. En sortering efter kaliumtillståndet skulle därför rimligen minska variationen men materialet är inte tillräckligt stort för detta. Framförallt är försöksantalet i klasserna under II och över III för litet och skillnaderna i effekt mellan klasserna II och III är små. Den tydligaste effekten är att antalet fall med skördeminskning för tillskottsgivor alternativt ökade givor är större i klass III än i klass II.

UTVÄRDERING AV GÖDSLINGSPROGNOSERNAS TILLFÖRLITLIGHET

De på analyser 25-30 respektive 40-45 dagar efter uppkomst grundade råden beträffande behovet av kompletteringsgödsling med kväve har utvärderats mot erhållna resultat i försöken. Försökens uppläggning med stigande kvävegivor gör det möjligt att beräkna ekonomiskt och biologiskt optimala kvävegivor och att utvärdera råden mot erhållna effekter på knöl- eller stärkelseskörd.

Bedömningen av gödslingsrådets tillförlitlighet har skett i två steg:

1. Bedömning av om rådets riktning varit rätt eller fel.

Om rekommendationen för ett visst led varit att ytterligare kväve behövs och detta stämt överens med de erhållna resultaten så har rådets riktning bedömts vara rätt. Om rådet har angett att kväveförsörjningen varit tillräcklig eller i överskott och detta har stämt med försöksresultaten har rådets riktning också bedömts vara rätt. Riktningen har bedömts vara fel om ytterligare kväve rekommenderats men detta visat sig vara fel med hänsyn till erhållna

skörderesultat och beräknad ekonomiskt optimal kvävegiva. Riktningen har också bedömts vara fel om det på analyser baserade rådet angett att kväveförsörjningen varit tillräcklig men resultaten i försöket visat att ytterligare kväve hade behövts.

2. Bedömning av om den rekommenderade givans storlek varit rätt eller fel.

Rådet om kvävegivans storlek har bedömts vara rätt om avvikelserna från ekonomiskt optimal giva varit högst 15 kg/ha. Om den ekonomiskt optimala kvävegivan i ett försök exempelvis var 160 kg/ha så har rådet beträffande givans storlek bedömts vara rätt om summan av kvävegivan och den rekommenderade kompletteringsgivan varit i intervallet 145-175 kg/ha.

Det kan naturligtvis diskuteras vilken precision man kan kräva för att rådet skall bedömas vara rätt. Beräkningar har gjorts av hur mycket stärkelseskörden avviker från den ekonomiskt optimala om avvikelserna från kväveoptimum är 15 kg/ha. Variationen är stor mellan enskilda försök. I medeltal betyder kvävegödsling med 15 kg/ha över eller under optimumgivan att stärkelseskörden minskar med omkring 75 kg/ha. I enskilda försök betyder det mellan 3 och 350 kg stärkelse per hektar. I drygt hälften av försöken betyder det mindre än 30 kg stärkelse per hektar. Kravet på högst 15 kg/ha avvikelse från optimum kan därför betraktas som relativt snävt. En underskattning av kvävegödslingsbehovet med 15 kg/ha har i majoriteten av försöken betytt lite ekonomiskt. Den minskade gödselkostnaden uppväger nästan minskningen i stärkelseskörd. Däremot innebär en överskattning av gödslingsbehovet större förluster med ökade kostnader och oförändrad eller minskad skörd.

FÖRSÖKSSERIerna 253 OCH 6048

Agrolabs på växt- och jordanalys baserade råd beträffande kväve

Totalt har 89 kvävegödslingsråd från Agrolab utvärderats mot erhållna resultat i försöken 1989-92. 1989 gavs inga rekommendationer beträffande givans storlek varför endast rådets riktning har kunnat bedömas.

I 60 fall av 89 har rådet varit rätt beträffande riktningen. I 67 % av fallen har rådet således varit rätt då det angett att kväveförsörjningen varit i överskott, tillräcklig eller i underskott. I 33 % av fallen har rådet varit fel. Antingen har rådet varit att ytterligare kväve behövts när så inte varit fallet eller har rådet angett att ytterligare kväve behövts när försöksresultaten visat på motsatsen.

I försöksled som inte hade kvävegödsplats (N0) var rådet beträffande riktningen rätt i 16 fall av 17 (94 %). I led som hade gödsplats med 100 kg/ha var rådets riktning rätt i 27 fall av 43 (63 %) och i led som fått 150 kg/ha i 15 fall av 24 (63 %).

Träffsäkerheten beträffande riktningen var bättre vid provtagning 25-30 dagar efter uppkomst (70 % rätt) än vid den sena tidpunkten (58 %).

Att förutsäga givans storlek har varit betydligt svårare. Av 84 råd har 22 (26 %) klarat de uppställda kraven att den rekommenderade givan inte fick avvika mer än 15 kg/ha från ekonomiskt optimum.

Särskilt vanskligt har det varit att ange rätt giva i ogödslade led (0 rätt av 17 fall). Vid gödslingsnivån 100 kg/ha var rådet rätt i 12 fall av 43 (28 %). Vid givan 150 kg/ha var rådet rätt i 10 fall av 24 (42 %).

Vid den tidiga provtagningen angavs givan rätt i 18 fall av 65 (28 %) och vid den sena tidpunkten i 4 fall av 19 (21 %).

En jämförelse med gödsling enligt "känd teknik", dvs med rekommenderade givor baserade på tillgängliga försöksresultat och erfarenhet kan vara av intresse. Om man i de 32 aktuella försöken kvävegödslar med 145 kg/ha till de sena sorterna och 165 kg/ha till Saturna skulle givan enligt de kriterier som tillämpats varit rätt i en tredjedel av fallen. Avvikelsen från ekonomiskt optimal giva skulle i genomsnitt blivit 33 kg/ha.

I kvävegödslingsråden från Agrolab angavs det under 1991 och 1992 i 30 fall att det eventuellt behövdes ytterligare kväve utöver den rekommenderade givan. Eftersom ytterligare analys vid en senare tidpunkt inte skett är det omöjligt att veta om ytterligare kväve skulle ha rekommenderats och om träffsäkerheten i råden i så fall skulle ha förbättrats. I 13 av fallen där eventuellt behov av ytterligare kväve angavs visade försöksresultaten att så inte var fallet. I 17 fall behövdes ytterligare kväve. I en del av dessa fall skulle rådet beträffande givans storlek kunnat förbättras. I andra fall var rådet emellertid rätt från början.

En analys av rekommendationerna i förhållande till de beräknade ekonomiskt optimala givorna visar att gödslingsbehovet i genomsnitt underskattats (tabell 10). I medeltal underskattades behovet med 24 kg/ha. Variationen kring medeltalet är stor. I 58 % av fallen underskattades givan med i medeltal 60 kg/ha och i 31 % av fallen överskattades givan med i medeltal 49 kg/ha.

Tabell 10. Rekommendationens genomsnittliga avvikelse från optimal kvävegiva vid olika nivåer på växtanalysvärden

Analysvärde Total-N, % av ts	Antal fall	Avvikelse från optimum kg/ha
- 4,0	12	- 53
4,0 - 4,5	11	- 13
4,5 - 5,0	11	- 33
5,0 - 5,5	13	+ 1
5,5 - 6,0	10	- 20
6,0 - 6,5	8	- 25

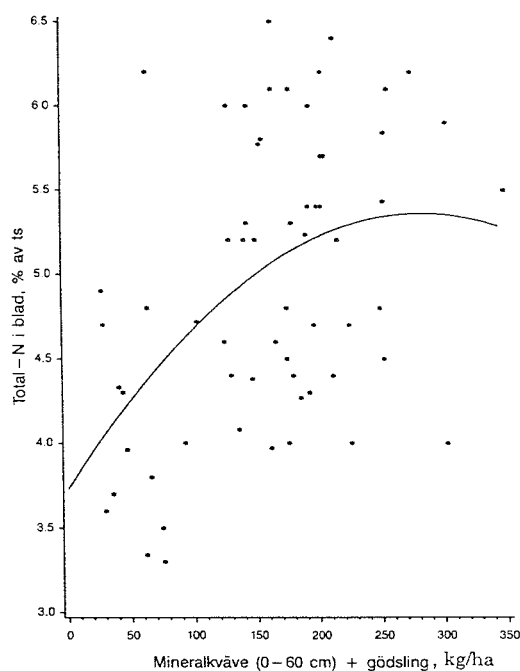
En annan beräkning som gjorts är hur mycket kväve som behövs för att nå upp till optimal skörd i varje enskilt fall där växtanalys utförts. Om exempelvis den optimala kvävegivan i ett försök var 160 kg/ha och totalkvävehalten i ledet som gödslats med 100 kg/ha var 5,0 % så har analysvärdet 5,0 plottats mot kvävebehovet 60 kg/ha. Resultatet av dessa beräkningar visas i tabell 11. Där anges också i hur många av fallen som det varit lönsamt att ge ytterligare kväve. Resultaten visar att det i flertalet fall (26 av 34) var lönsamt att kompletteringsgödsla med kväve då analysvärdet var under 5,0. Att det även

varit lönsamt att gödsla i en stor del av fallen (10 av 16) vid de höga analysvärdena 5,5-6,5 är anmärkningsvärt.

Tabell 11. Samband mellan totalkvävehalt 25-30 dagar efter uppkomst och genomsnittligt behov av kväve för optimal stärkelseskörd. Data från 26 försök 1990-92

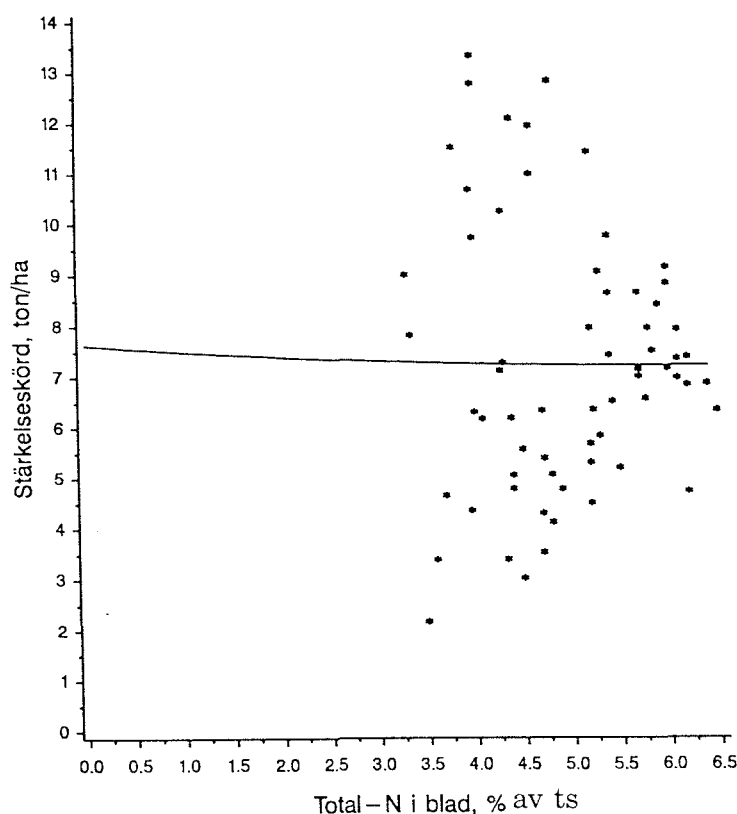
Analysvärde Total-N, % av ts	Antal fall	Behov av kväve för optimal skörd, kg/ha		Antal fall med behov av till- skottsgödsling med kväve
		Medeltal	Variation	
- 4,0	12	127	0-207	9
4,0 - 4,5	11	86	11-200	10
4,5 - 5,0	11	86	0-200	7
5,0 - 5,5	16	20	0- 76	4
5,5 - 6,0	10	40	0-100	6
6,0 - 6,5	6	33	0- 56	4

Sambandet mellan kvävetillgången i marken (mineralkväve på våren + kvävegödsling) och Agrolabs totalkväveanalyser på blad 25-30 dagar efter uppkomst redovisas i figur 5. Sambandet är statistiskt signifikant (99,9 %).



Figur 5. Samband mellan kvävetillgång och växtanalysvärden (total-N i blad) 25-30 dagar efter uppkomst. Data från 24 försök 1990-92. $Y = 3,72977 + 0,011457X - 0,000020X^2$. $r = 0,47$.

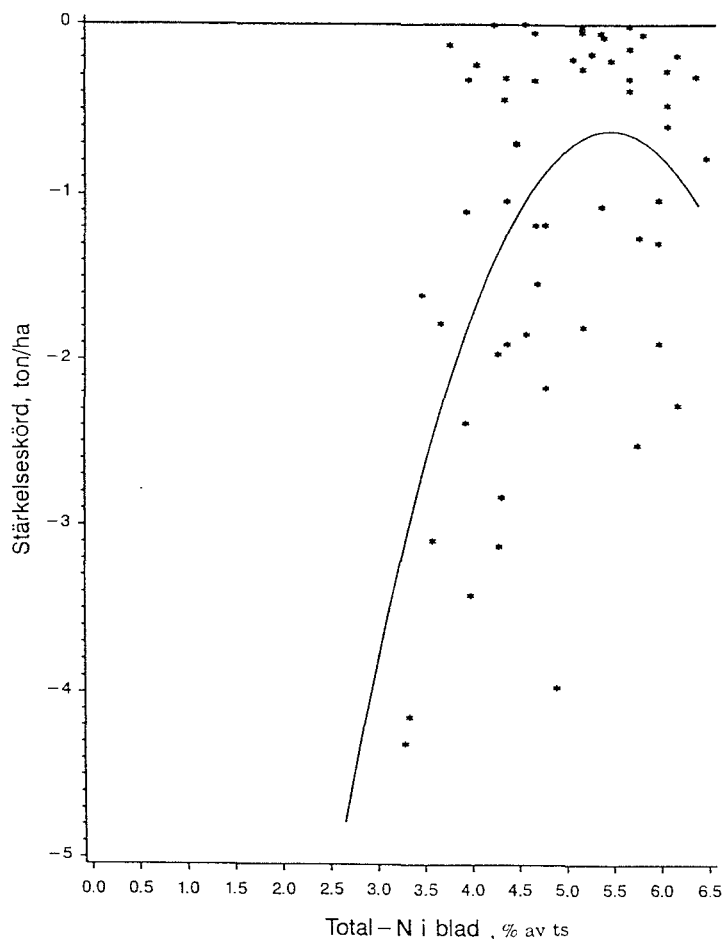
Sambanden mellan uppmätta totalkväveanalysvärden och avkastningen är inte signifikanta vilket måste betecknas som anmärkningsvärt. Det gäller för såväl knölskörd som stärkelseskörd. Sambandet mellan analysvärden och stärkelseskörd som redovisas i figur 6 är till och med svagt negativt.



Figur 6. Samband mellan totalkvävehalt i blad 25-30 dagar efter uppkomst och stärkelseskörd. Data från 24 försök 1990-92. $Y = 7,62997 - 0,13974X + 0,011912X^2$. Ej signifikant samband. $r = 0,008$.

Beräkningar har också gjorts av sambandet mellan totalkvävehalten i blad 25-30 dagar efter uppkomsten vid en viss kvävegödsling och hur mycket skörden vid denna behandling avviker från optimal skörd i försöket ifråga. Beräkningarna har gjorts på följande sätt. Antag att den optimala kvävegivan i ett försök var 160 kg/ha och att den optimala stärkelseskörden var 9,0 ton/ha. Bladanalyser har utförts i leden med kvävegivorna 0, 100 och 150 kg/ha. Om exempelvis analysvärdet vid kvävegivan 100 kg/ha var 5,0 och stärkelseskörden i detta led blev 7,0 ton/ha så var avvikelser från optimal skörd $9,0 - 7,0 = 2,0$ ton/ha. Analysvärdet 5,0 har sedan plottats mot avvikelser från optimal skörd (2,0 ton/ha).

Samtliga led där kvävegödslingen varit lägre än den optimala givan har använts. Led där kvävegivan varit över den optimala har utelämnats. Det på detta sätt beräknade sambandet för stärkelse redovisas i figur 7. Det som är anmärkningsvärt är att det funnits gödslingsbehov vid en stor del av de höga analysvärdena. Förklaringen till att kurvan böjer av nedåt vid höga analysvärden är således inte att kvävetillgången varit överoptimal eftersom dessa värden utelämnats (jämför tabell 11).



Figur 7. Samband mellan totalkvävehalt i blad 25-30 dagar efter uppkomst och stärkelseskördens avvikelse från optimal skörd. Data från 28 försök 1989-92. $Y = -16,23697 + 5,677506X - 0,516010X^2$. Statistisk signifikans (99,9 %). $r = 0,53$.

Nitratkväveanalys av bladskäft

Totalt har 118 råd beträffande givans riktning och 113 råd beträffande givans storlek utvärderats mot erhållna resultat i försöken 1989-92. I 86 fall av 118 (73 %) var rådet rätt beträffande riktningen. I 27 % av fallen var rådet fel dvs antingen har ytterligare kväve rekommenderats när försöksresultaten visat att det inte varit befogat eller har rådet varit att kompletteringsgödsling inte behövts när försöken visat på motsatsen.

I försöksled utan kvävegödsling (N0) var rådet rätt beträffande riktningen i 32 av 33 fall (97 %). I led som hade gödslats med 100 kg kväve per ha före sättningen var rådet rätt i 24 av 41 fall (67 %) och i led med kvävegivan 150 kg/ha i 27 fall av 39 (69 %). Träffsäkerheten var alltså något högre för denna metod än för Agrolabs på såväl totalkväve i blad som jordanalys baserade metod.

Vid växtanalys 25-30 dagar efter uppkomsten var rådet rätt i 44 av 66 fall (67 %). Vid den sena provtagningstidpunkten, 40-45 dagar efter uppkomsten, var rådet rätt i 42 av 52 fall (81 %).

Träffsäkerheten beträffande kvävegivans storlek var avsevärt lägre. I 29 fall av 99 (29 %) var rådet rätt med det krav på högst 15 kg/ha i avvikelse från ekonomiskt optimal giva som tillämpats vid utvärderingen.

I ogödslade led angavs rätt giva inte i något av 33 fall. I led som hade gödslats med 100 kg kväve per ha före sättningen gavs rätt råd om storleken på kompletteringsgivan i 13 av 41 fall (32 %). Vid gödslingsnivån 150 kg/ha gavs rätt råd i 22 av 39 fall (56 %)

Träffsäkerheten beträffande givans storlek var högre vid den sena tidpunkten (33 %) än vid den tidiga (26 %).

Även beträffande givans storlek var träffsäkerheten något högre för denna metod än för Agrolabs metod.

En jämförelse med gödsling enligt "känd teknik", dvs med rekommenderade givor baserade på tillgängliga försöksresultat och erfarenhet kan vara av intresse. Om man i de 32 aktuella försöken kvävegödslat med 145 kg/ha till de sena sorterna och 165 kg/ha till Saturna skulle givan enligt de kriterier som tillämpats varit rätt i en tredjedel av fallen. Avvikelsen från ekonomiskt optimal giva skulle i genomsnitt blivit 33 kg/ha.

En analys av rekommendationerna i förhållande till de framräknade optimala givorna visar att kvävegödslingsbehovet i genomsnitt underskattades. I medeltal underskattades behovet med 30 kg/ha. I 38 fall underskattades behovet med i genomsnitt 54 kg/ha. I 7 fall överskattades behovet med i medeltal 39 kg/ha. I tabell 12 redovisas rekommendationens genomsnittliga fel vid olika analysvärden. Dessa uppgifter är av stort värde för modifiering av utvärderingen av analysvärdena. En genomgående ökning av kvävegödslingsrekommendationerna i förhållande till analysvärdena förbättrar träffsäkerheten.

Tabell 12. Gödslingsrekommendationens genomsnittliga avvikelse från optimal kvävegiva vid olika nivåer på växtanalysvärden

Analysvärde NO ₃ -N, % av ts	Antal fall	Avvikelse från optimum kg/ha
0,0 - 0,8	14	-29
0,8 - 1,6	14	-34
1,6 - 2,4	20	-32
2,4 - 2,8	11	-21

Beräkning har också gjorts av hur stora tillskott av kväve som behövs för att nå upp till optimal skörd i varje enskilt fall där växtanalys utförts. Resultatet av dessa beräkningar redovisas i tabell 13. Där anges också i hur många av fallen det varit lönsamt att ge ytterligare kväve.

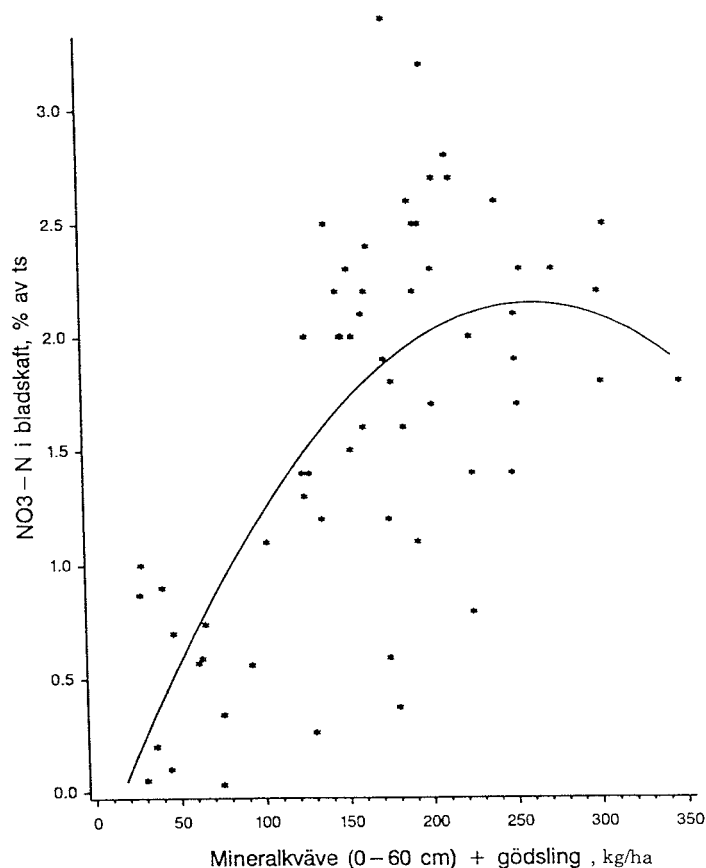
Resultaten visar att det alltid (17 fall) varit lönsamt att kompletteringsgödsla om analysvärdet varit lägre än 1,0. Vid analysvärden mellan 1,0 och 1,5 har det varit lönsamt i 8 fall av 10. Om analysvärdet varit 1,5 - 2,5 har det behövts ytterligare kväve i ungefär hälften av fallen. Vid högre analysvärden än 2,5 har det behövts små kvävetillskott i 2 fall av 9. Slutsatsen är att det nästan säkert behövs ytterligare kväve om analysvärdet är lägre än 1,5 och att det sällan behövs ytterligare kväve om analysvärdet är högre än 2,5.

Tabell 13. Samband mellan nitratkvävehalt 25-30 dagar efter uppkomst och genomsnittligt behov av kväve för optimal stärkelseskörd. Data från 26 försök 1990-92

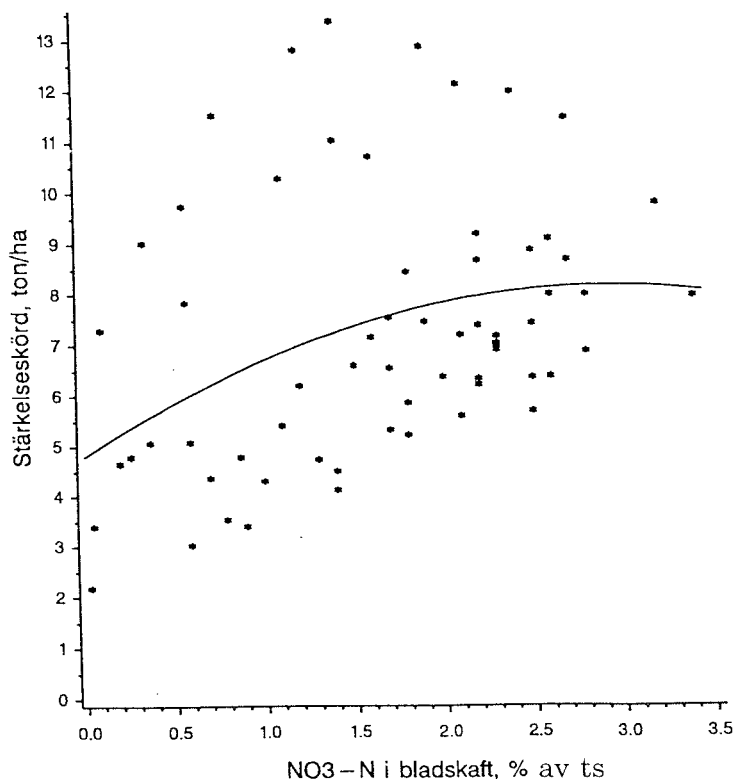
Analysvärde NO ₃ -N, % av ts	Antal fall	Behov av kväve för optimal skörd, kg/ha		Antal fall med behov av till- skottsgödsling med kväve
		Medeltal	Variation	
- 0,5	7	150	50-200	7
0,5 - 1,0	10	144	50-207	10
1,0 - 1,5	10	92	0-200	8
1,5 - 2,0	16	47	0-107	9
2,0 - 2,5	15	30	0- 76	7
2,5 -	9	11	0- 50	2

Sambandet mellan kvävetillgången i marken (mineralkväve på våren + kvävegödsling) och nitratkväveanalyserna 25-30 dagar efter uppkomsten redovisas i figur 8. Sambandet är statistiskt signifikant (99,9 %).

Sambanden mellan uppmätta nitratkvävevärden i bladskafft och avkastningen är statistiskt signifikanta. Det gäller såväl knölskörd (99 %) som stärkelseskörd (95 %). Sambandet mellan analysvärden och stärkelseskörd redovisas i figur 9. För totalkväve i hela blad fanns det inget statistiskt säkert samband mellan analysvärden och skörd (figur 6).

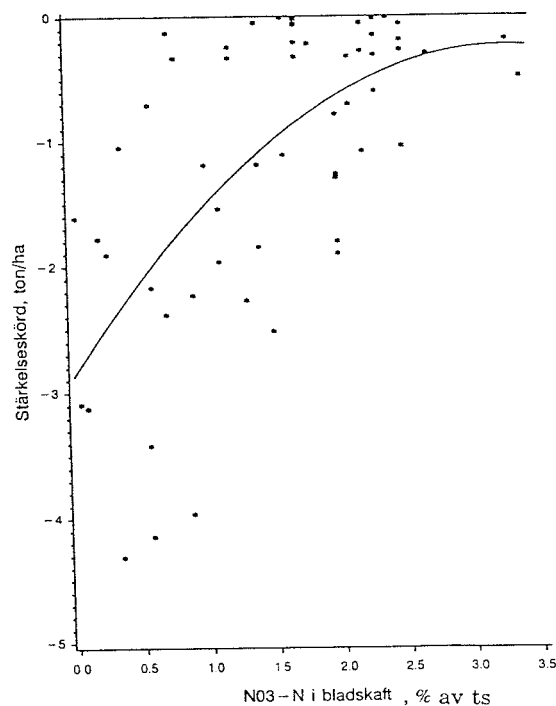


Figur 8. Samband mellan kvävetillgång och växtanalysvärden (nitrathalt i bladskafft) 25-30 dagar efter uppkomst. Data från 24 försök 1990-92. $Y = -0,27374 + 0,0183999X - 0,000034910X^2$. $r = 0,69$.



Figur 9. Samband mellan nitratkvävehalt i bladskaft 25-30 dagar efter uppkomst och stärkelseskörd. Data från 24 försök 1990-92.
 $Y = 4,793806 + 2,29323X - 0,38915X^2$. $r = 0,37$.

Beräkningar har också gjorts av sambandet mellan nitratkvävehalten i bladskaft 25-30 dagar efter uppkomst vid en viss kvävegödsling och hur mycket skörden vid denna behandling avviker från optimal skörd i försöket ifråga. Analysvärdet i ett visst led har plottats mot skörden i samma led minus den optimala skörden i försöket ifråga på samma sätt som beskrivits för totalkväveanalyserna. Sambandet för stärkelse redovisas i figur 10.



Figur 10. Samband mellan nitratkvävehalt i bladskaft 25-30 dagar efter uppkomst och stärkelseskördens avvikelse från optimal skörd. Data från 28 försök 1989-92. $Y = -2,86981 + 1,60656X - 0,24288X^2$. Signifikansnivå 99,9 %. $r = 0,64$.

Metod LMI

Under 1991 tillkom ytterligare en firma som alltså inte deltagit i undersökningarna från början nämligen analyslaboratoriet Lennart Månsson International, Helsingborg. Firman är ingalunda ny utan arbetar sedan lång tid tillbaka, dock i huvudsak inom trädgårdsodlingen. I avsikt att bredda registret under i viss mån nya förhållanden deltog LMI i 3 försök 1991 och i 3 försök 1992. Deltagandet har varit orienterande och därför haft en begränsad omfattning och metoden avviker något från vad som i övrigt provats i detta sammanhang, vilket måste uppmärksammas i samband med utvärderingen.

1991 provtogs sålunda 3 försök i Kristianstadstrakten och 1992 likaledes 3 försök inom samma område. Samtliga försök tillhör serierna R1-253 och FK-6048 dvs samma serier som de tidigare behandlade metoderna. Antalet försök är förhållandevis litet men beror som nämnts på undersökningens orienterande karaktär.

Provtagning av jord och växt har liksom för övriga metoder skett vid 2 tidpunkter: 25-30 respektive 40-45 dagar efter uppkomst. I allmänhet har den första provtagningen skett under första veckan i juli och den andra under sista veckan i juli.

Vid varje tillfälle har såväl jordprov som växtprov uttagits. Jordprov har uttagits från cirka 0-20 cm djup räknat från plan markyta. Som växtprov har uttagits det äldsta friska bladet från cirka 40 plantor per försöksled. Provtagningen vid första provtagningstillfället har skett i leden A-E (ett samlingsprov från led som gödslats med 100 kg kväve per hektar före sättningen) samt i led F (150 kg/ha före sättningen).

Vid andra provtagningstillfället togs 1991 prov ur leden A, D och F samt 1992 ur leden A, D, F och N0. Proven levererades omgående till och analyserades och utvärderades av LMI, Helsingborg.

Som tidigare nämnts var denna metod under provningsåren inte direkt anpassad till de förhållanden under vilka den i föreliggande sammanhang testats. Framförallt arbetar den med fler (tätare) provtagningstillfällen, varvid eventuella tillskottsgivor blir mindre än de som rekommenderas av övriga metoder. Detta påverkar naturligtvis provningsresultaten.

Resultaten har bedömts enligt samma kriterier som de övriga metoderna, dvs med avseende på riktning och en eventuell tillskottsgivas storlek. För 1991 blev resultatet för inalles 15 fall, representerande tidig och sen provtagning och samtliga kvävenivåer, att rätt riktning (tillskott eller ej tillskott) angavs i 10 fall. Rätt tillskottsgiva var svår att ange. Materialet är för litet för uppdelning på provtagningstidpunkt eller kvävenivå.

1992 analyserades 18 fall varav 6 härrörde från den tidiga provtagningen och 12 från den sena. När det gällde riktningen var rådet rätt i 75 % av fallen. Träffprocenten bör vara högre vid basgivorna 0 och 100 kg kväve än vid basgivan 150 kg kväve per ha. Så är också fallet även om materialet är väl litet för att medge en sådan uppdelning. Tillskottsgivans storlek har där tillskott rekommenderats, varit svår att ange och har egentligen inte lyckats mer än i ett fall. Därvid bör dock observeras att metoden som nämnts inte varit direkt anpassad för bestämning av tilläggsgivor för längre tidsintervall.

Sammanfattningsvis fordras ett visst utvecklingsarbete för anpassning av denna metod till konventionella jordbruksförhållanden. Laboratoriet har sedermera meddelat att en sådan anpassning genomförts i enlighet med de erhållna resultaten, innebärande färre prov per säsong och anpassning av rekommendationerna till fältmässiga jordbruksförhållanden.

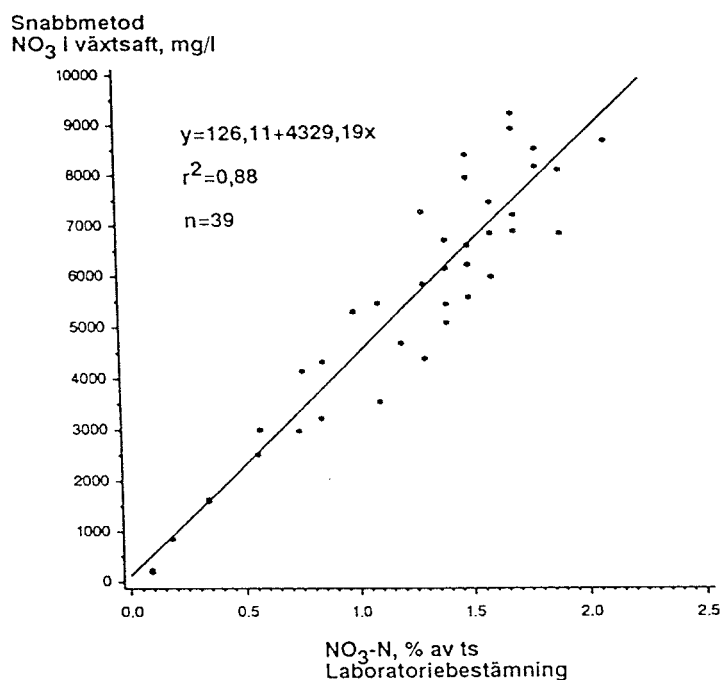
Snabbmetoden

Åren 1991 och 1992 gjordes bestämningar av nitratinnehållet i växtsaft i prov av bladskافت med en snabbmetod. Nitratinnehållet i växtsaft, som pressades ut ur bladskافتen, bestämdes med hjälp av nitratkänsliga kvävestickor (Mercokquant). Avläsningen skedde med hjälp av en reflektometer (Nitrachek).

Syftet med mätningarna var att undersöka om denna metod gav tillförlitliga resultat i jämförelse med laboratoriebestämningar. Bladskافتproverna togs ut samtidigt som proverna för laboratoriebestämning av nitrathalten.

Mätningarna 1991 misslyckades och måste kasseras. Vad felet berodde på har inte kunnat klarläggas.

Resultaten från mätningar i 8 försök 1992 redovisas i figur 11. Sambandet mellan laboratoriebestämningarna, som utfördes vid Agrolab och bestämningarna med snabbmetoden, som utfördes av försökspatrullerna visade som framgår av figuren mycket god samstämmighet. Mätningar i andra försök i Sverige och även i Holland har visat nästan lika god samstämmighet. Därför kan man dra slutsatsen att snabbmetoden är användbar för bestämning av nitratinnehållet i växtsaften. Det innebär att lantbrukare eller rådgivare själva snabbt kan göra tillförlitliga analyser. För tolkning av analysvärdena kan ett av Linnér framtaget diagram användas.



Figur 11. Samband mellan laboratoriebestämningar av nitrathalten och mätningar av nitratinnehållet i växtsaft med snabbmetoden. $Y = 126,11 + 4329,19X$. $r = 0,94$. $n = 39$.

Agrolabs råd beträffande kalium

De växt- och jordprov som uttogs 25-30 respektive 40-45 dagar efter uppkomst och som i första hand var avsedda för kväveanalyser analyserades dessutom på ett flertal andra element, bland annat kalium. Analyslaboratoriet (Agrolab) levererade dessa analysresultat försedda med vissa kommentarer av typen "något underskott", "tillräckligt" eller liknande.

Direkta gödslingsråd med anledning av analysresultaten lämnades inte beträffande kalium vid den tidpunkt då dessa undersökningar genomfördes. Emellertid har exempelvis omdömet "något underskott" tolkats som att ett visst tillskott skulle behövas för såvitt uppgiften inte kompletterats med något tillägg av typen ingen anmärkning eller dylikt. Dessa omdömen - indirekta gödslingsprognoser - har på detta stadium inte kunnat ange lämpliga tillskottsgivors storlek utan fått stanna vid "behov föreligger" eller "behov föreligger inte".

I och med att försöksplanen innehåller en begränsad kaliumdel med stigande givor kalium finns viss möjlighet att utvärdera dessa råd mot utfallet av kaliumgödslingen i några av försöksleden. Detta låter sig inte göras med precision men ger ändå en fingervisning om säkerheten i omdömena om kaliumtillståndet och kan anses vara en inkörsport för fortsatt utvecklingsarbete.

Analysresultat föreligger från Agrolab från följande kaliumled:

- B 150 kg/ha före sättnings
- D 150 kg/ha före sättnings + 50 kg/ha ca 35 dagar efter uppkomst
- E 150 kg/ha före sättnings + 100 kg/ha ca 35 dagar efter uppkomst
- F 200 kg/ha före sättnings

År 1990 provtogs leden B, D, E och F i 8 försök (varav ett senare kasserades) omkring 25 dagar efter uppkomsten. Omdömet av analyserna i leden B, D och E blev att kaliumtillgången var i underkant i 4 fall och tillräcklig i 3 fall. Mot bakgrund av avkastningsresultaten får dessa omdömen anses vara riktiga i 4 fall men inte riktiga i de återstående 3 fallen. Led F kan inte bedömas i dessa fall.

År 1991 skedde en likadan provtagning i 11 försök varav ett försök kasserades. Jämförelser mellan analysomdömena och avkastningsresultaten kan göras i 20 fall om såväl resultaten från leden B-E som led F används. Det vanligaste omdömet från leden B-E var att värdena var något låga, dock i regel inte så låga att någon åtgärd behövdes. Sammantaget kan rekommendationerna anses ha varit riktiga i hälften av fallen. Led F är svårbedömt. En viktig tendens är dock att antalet fall där värdena angetts som låga är mindre än för leden B-E (F hade ju före provtagningen kaliumgödslats med 200 kg/ha mot 150 kg/ha för B-E).

Från 1992 finns 16 fall från provtagningar cirka 25 dagar efter uppkomst. Hälften av fallen kommer från leden B-E och hälften från led F. Analyskommentarerna angav i flertalet fall "något lågt" men inte tillräckligt lågt för kaliumtillskott. Skörderesultaten visar dock att ett tillskott av 50 respektive 100 kg/ha i flertalet fall resulterat i skördeökning i kaliumklasserna 2 och 3. Den relativt försiktiga prognosen kan därför inte anses ha träffat rätt i mer än hälften av de aktuella fallen.

Det har sålunda varit svårt att under förhandenvarande omständigheter träffa rätt med kaliumgödslingsrekommendationerna men förbättringar kan troligen åstadkommas. Samtidigt måste man komma ihåg att även bakom rekommendationerna i den traditionella markkarteringen ligger en avsevärd variation som försvårar precisionen i det enskilda fallet. Någon efterkontroll av utfallet i enskilda fall har dock veterligt inte gjorts. En viss belysning av frågan kan det här befintliga materialet ge vilket kan vara av intresse i just detta sammanhang enär projektets principiella inriktning varit förbättring av precisionen i gödslingsintensiteten i det enskilda fallet. Man kan då först konstatera att de optimala givorna, som de kan skattas av försöksresultaten, varierar från cirka 150 kg/ha till cirka 300 kg/ha samt att avsevärd variation förekommer inom kaliumklasserna.

Om man utifrån befintliga kaliumklasser och gällande gödslingsrekommendationer skattar optimala givor i de enskilda fallen kan dessa värden jämföras med det verkliga utfallet. Överensstämmelsen i det enskilda fallet är dessvärre inte god. I medeltal för samtliga försök eller i medeltal för samtliga försök årsvis är överensstämmelsen däremot god eller i några fall mycket god (tabell 14).

En skattning av optimala givor med ledning av växtanalyserna kan också göras, dock med en viss osäkerhet på nuvarande stadium. Även i detta fall erhålles medeltal per år eller samtliga år som kan anses tillfredsställande. Men precisionen i det enskilda fallet är fortfarande svag. Därför är fortsatt utvecklingsarbete angeläget om man i det enskilda fallet skall nå större precision än vad som är möjligt med traditionell markkartering, vilket måste vara målsättningen.

Tabell 14. Medeltal av skattad optimal kaliumgiva, kg/ha. 25 försök

År	Enligt försöksresultat	Enligt växtanalys	Enligt markkartering
1990	207	179	206
1991	180	160	200
1992	191	188	192
M:tal	193	176	199

2. FÖRSÖKSSERIERNÄ FK-1241, -1241 B, -8001 OCH R7-714

I det föregående har redogjorts för resultaten från de för ändamålet speciellt utformade försöken. Av ekonomiska skäl har deras antal naturligtvis blivit mindre än önskvärt men får ändå genom det tidigare redovisade samarbetet mellan olika intressenter anses ha fått ett någorlunda godtagbart omfång. Men ytterligare försök för bedömning av analysmetodernas användbarhet för den enskilde lantbrukaren behövs. Av det skälet har andra försök vilka primärt avsett andra frågeställningar, i detta fall huvudsakligen sortförsök kombinerade med olika kvävenivåer, utnyttjats.

De försöksserier som använts är:

R7-714. Rikssortprovningen av fabrikspotatis med kvävenivåerna 100, 150 och 200 kg/ha. Växtanalyser har gjorts i sorten Prevalent.

FK-1241, 1241B. Fabrikspotatiskommitténs sortprovning av fabrikspotatis. I försöken provas förutom mätarsorter enbart nya sorter. Växtanalyser har gjorts i sorterna Prevalent och Saturna.

FK-8001. Virusförsök med PVY, sorter och samma kvävenivåer som i R7-714. Växtanalyser har gjorts i sorterna Prevalent, Saturna och Producent.

Resultaten från dessa serier redovisas nedan.

Naturligtvis innebär användningen av dessa försökstyper en viss osäkerhet som måste beaktas. De utgör dock ett betydligt bättre underlag för bedömning av gödslingsrekommendationerna än enbart okulär besiktning av bruksodlingar där jämförelsematerial saknas. Huruvida en åtgärd i dessa fall utfallit väl eller mindre väl blir i huvudsak ett rent tyckande.

A. Försöksserierna FK-1241, 1241 B och 8001

Totalt 8 försök användes för växtanalyser. Provtagnings- och utvärderingsresultat härrör från 24 fall (på 150 N-nivån 28 fall). Försöksplatser var Ugerup, Hellegården och Nymö i Kristianstadsområdet. Av tabell 15 framgår vilka försök som ingått och analysernas omfattning.

Tabell 15. Analysernas omfattning (markerad med x) i serierna FK-1241 och FK-8001 1990 och 1991

Försöks- serier o. nummer	Sort och kvävenivå, kg/ha									Provtag- ning, dagar efter upp- komst
	Prevalent			Saturna			Producent			
	100	150	200	100	150	200	100	150	200	
1441B Ug 58/90	x	x	x	x	x	x				35
1241 L 39/90	x	x	x	x	x	x				32
8001 Ug 66/90	x	x	x	x	x	x				23
8001 L 41/90	x	x	x	x	x	x				27
1241B Ug 36/91	x	x	x	x	x	x				28
1241 L 35/91	x	x	x	x	x	x				28
8001 Ug 45/91	x	x	x	x	x	x	x	x	x	29
" "	x	x	x	x	x	x	x	x	x	45
8001 L 46/91	x	x	x	x	x	x	x	x	x	21
" "	x	x	x	x	x	x	x	x	x	39

Beträffande väderleken gäller vad som sagts för övriga försöksserier (tabell 2). Jordarterna var de för området vanliga dvs något mullhaltig lerig sand med en genomsnittlig mullhalt på 2,7 % samt pH-värde 7,3 i medeltal med relativt små skillnader mellan platserna.

Gödslingen, exklusive försöksgödslingen enligt plan, var något olika från plats till plats. NPK 8-7-16 användes i flertalet försök. Givan var cirka 1200 kg/ha. PK-gödselmedel kompletterade med flytgödsel användes i 2 fall. I medeltal tillfördes cirka 90 N, 75 P och 200 K i kg/ha. Komplettering med kväve upp till försöksgivorna skedde med N28. All gödsel spreds före sättning.

Samtliga försök bevattnades 1-5 gånger per säsong. I medeltal vattnades 3.3 gånger med cirka 25 mm per tillfälle vilket ger summa 76 mm per försök med variation från 25 till 125 mm.

Mineralkväve i marken (nitrat- och ammoniumkväve) bestämdes i nivåerna 0-30 och 30-60 cm på våren före sättning. Mängden i skiktet 0-30 cm, vilken beräknas ha störst betydelse för potatis, varierade mellan 21 och 145 kg/ha mellan försöksplatserna. I medeltal fanns 89 kg/ha.

Provtagningar har företagits i medeltal 28 dagar efter uppkomst och i de fall två provtagningar gjorts även 42 dagar efter uppkomst (tabell 15). Provtagning och analys med utvärdering har utförts på samma sätt som för de tidigare beskrivna serierna med beteckningarna 253 och 6048.

I serierna 1241 och 1241 B användes enbart Agrolabs helbladsmetod inkluderande jordprov. Samma metod användes i serien 8001 under 1990 medan bladskaftsmetoden användes 1991 på grund av att den var billigare. Det bör observeras att dessa försök inte kan användas för en jämförelse mellan metoderna vilket är möjligt med de tidigare redovisade serierna.

Analyserna utfördes av Agrolab, Kristianstad. Utvärdering av analysresultat från helbladsmetoden gjordes likaså av Agrolab medan utvärdering av bladskaftsanalyserna gjordes av Harry Linnér.

Resultaten härrör som nämnts från 8 fältförsök. Eftersom proven uttogs i olika sorter är antalet prov inte detsamma i alla försöken. Försöksplatserna i serien 8001 blir därför i viss mån överrepresenterade. Detta är ofrånkomligt men påverkar resultaten föga. Totala antalet prov var nämligen relativt stort (75 stycken).

Avkastningsnivån var i samtliga fall god. Biologiskt optimal kvävenivå med avseende på stärkelseskörd, så som den kunnat bestämmas i dessa fall, har givetvis varierat mellan försöken. I genomsnitt var den för Prevalent 153 kg/ha, för Saturna 169 kg/ha och för Producent 156 kg/ha. Värdet för Producent kan inte jämföras med Prevalent och Saturna eftersom sorten inte ingick i alla försöken.

Resultat från led som kvävegödslats med 100 kg/ha

En lantbrukare som kvävegödslat fabrikspotatis med 100 kg/ha före sättning har troligen för avsikt att komplettera denna giva senare. Den som därvid utgår från tillgängliga försöksresultat och annan erfarenhet torde ofta ge en tilläggsgiva på omkring 50 kg/ha till en sen sort. En tidigare sort fordrar i regel en något högre totalgiva eventuellt med en något modifierad fördelning.

De resultat som erhållits från de aktuella serierna kan sammanfattas på följande sätt:

- * 24 försöksresultat föreligger. Enligt försöksresultaten skulle 18 av dessa behöva ett tillskott till givan 100 kg/ha. I 6 fall var alltså givan 100 kg/ha tillräcklig.

Hur har analyserna klarat att ge vägledning i dessa fall?

- * Av de 18 fallen med kvävebehov har analysen identifierat 9 och således missat hälften.
- * Av de 6 fallen som inte behövde tillskott har analysen identifierat 3.

Träffsäkerheten har alltså varit 50 %.

Den som redan har ett analysresultat inklusive rekommendation i sin hand kan se saken något annorlunda.

- * I 12 av fallen ges rekommendation om tillskottsgiva. Av dessa är 9 (75 %) rätt. Den som har det färdiga analysresultatet kan alltså enligt dessa resultat betrakta analysen som ett ganska bra hjälpmedel för bedömning av behovet av tillskottsgödsling. Tillskottsgivans storlek har dock inte kunnat anges tillfredsställande i mer än 2 av de 9 fallen.
- * I 12 fall angav analysresultaten inget behov av tillskottsgödsling. Endast 3 av dessa var riktiga. Det var alltså svårare att ställa rätt prognos i dessa fall än i de föregående där tillskott behövdes. Det bör observeras att underlaget är litet och måste kompletteras med andra resultat innan mera allmängiltiga slutsatser kan dras.

Dessa resultat har alltså erhållits från försöksled kvävegödslade med 100 kg/ha före sättnings. Detta är erfarenhetsmässigt en låg giva och man borde därför vänta sig att analysen skulle rekommendera tillskott i fler fall än som skett. Liksom i de tidigare redovisade serierna har gödslingsbehovet alltså underskattats. Med ledning av dessa och andra resultat kan man emellertid räkna med att de på analyser baserade rekommendationerna förbättras.

I praktiken skulle i föreliggande fall i regel en tilläggsgiva på i medeltal cirka 50 respektive 70 kg/ha (beroende på sort) ha lagts på utöver grundgivan 100 kg/ha. Med facit i hand kan det anses ha varit riktigt som medeltal av de här aktuella fallen (18 fall med en optimal kvävegiva av cirka 158 kg/ha enligt försöksresultaten). Beträffande "riktningen" på åtgärden skulle denna varit riktig i 15 av de 18 fallen (83 %). Träffsäkerheten beträffande givans storlek skiftar som vanligt i de enskilda fallen. Med samma krav på precision som tidigare tillämpats i rapporten skulle rätt giva med gödsling enligt känd teknik ha erhållits i 7 fall av 18 (39 %). Storleksordningen är sålunda ungefär densamma som ovan redovisats för växtanalysens träffsäkerhet. Av de övriga fallen borde 3 inte givits något tillskott alls medan 8 fall borde fått ett tillskott av minst cirka 75 kg/ha vilket visar den stora variationen från fall till fall.

Resultat från led som kvävegödslats med 150 kg/ha

Man kan förvänta sig att det är svårt att avgöra behovet av eventuell kompletteringsgödsling vid gödslingsnivån 150 kg/ha eftersom den ligger nära ett vanligt optimum. Givan 150 kg/ha är i regel avsedd att vara en engångsgi-

va. Man kan samtidigt räkna med att det i en del fall finns behov av extra hjälpmedel för att eventuellt finjustera kvävegödslingen.

Hur har då analyserna fungerat vid denna gödslingsnivå? Med samma uppställning som i föregående avsnitt kan följande konstateras:

- * 28 försöksresultat föreligger. Enligt försöksresultaten skulle tillskott utöver basgivan 150 kg/ha behövts i 14 fall. I övriga 14 fall behövdes inget tillskott. Det relativt stora behovet av extra kväve kan delvis förklaras av att den tidiga sorten Saturna ingår i en del av momenten.

Analysresultaten har fångat in läget enligt följande:

- * 14 fall skulle enligt ovan behöva ett tillskott. Analyserna har prickat in 5 av dessa vad riktningen beträffar men alltså missat 9. Tillskottets storlek angavs rätt endast i 2 fall.
- * 14 fall skulle likaså enligt försöksresultaten ovan inte behöva någon tilläggsgiva. 10 av dessa identifierades av analysresultaten.

Med färdiga analysresultat i sin hand kan man resonera på följande sätt:

- * Enligt analysresultaten skulle ett tillskott behövas i 9 fall. 5 av dessa kan anses vara rätt medan 4 avviker för mycket. Storleken på tillskottsgivan var svår att ange. Det var alltså svårare att ställa rätt diagnos vid kvävegivan 150 än vid 100 kg/ha vilket var att vänta.
- * I 19 fall angav analysresultaten "inget tillskott". Detta var riktigt i 10 av fallen medan 9 borde haft ytterligare kväve.

Det är naturligtvis av intresse att göra jämförelser med gödsling efter "känd teknik" dvs med hjälp av erfarenheter och tillgängliga försöksresultat. Sådana jämförelser kan naturligtvis endast göras som ett exempel. Räknar man med de optimala kvävegivorna 145 kg/ha för Prevalent och 165 kg/ha för Saturna erhålles ungefär samma resultat som redovisats ovan. Ändras de optimala givorna till exempelvis 155 respektive 175 kg/ha erhålles färre fall med "rätt giva" men i gengäld minskar avvikelserna i det enskilda fallet. Den som har möjlighet att tillämpa optimala givor bättre anpassade till det enskilda fallet än vad en standardgiva kan vara bör naturligtvis också nå ett bättre resultat. Oavsett metod finns det utrymme för förbättringar men mycket tyder på att utrymmet är mindre än vad som vore önskvärt.

Resultat från led som kvävegödslats med 200 kg/ha

Provtagning och utvärdering på gödslingsnivån 200 kg/ha var av intresse från metodsynpunkt. I praktiken har den endast marginellt intresse eftersom ytterligare kväve normalt inte behövs efter en så hög grundgiva. Metoderna har också fungerat bra på denna nivå. I 20 fall av 24 har angetts att ytterligare kväve inte behövts vilket med den precision som är möjlig får anses stämma med de optimigivor som försöken visar. I 4 fall har dock behov av tillskott angetts vilket måste anses vara fel. Tillskottet har överskattats avsevärt i 3 av dessa fall som samtliga härrör från den sena provtagningen.

Om de 24 fall som de angivna resultaten härrör från varit råd till lantbrukare skulle den som fått beskedet att någon tilläggsgiva inte behövs fått ett ganska tillförlitligt råd. De 4 som fått beskedet att tillskott erfordras skulle däremot ha fått ett felaktigt råd.

Som framgått ovan omfattar utvärderingen omkring 25 fall på varje gödslingsnivå. Detta är naturligtvis inget stort material och resultaten bör därför bedömas tillsammans med övriga resultat.

Jämförelse mellan kvävenivåerna 100 och 150 kg/ha

Eftersom prov med analyser kommer från 3 kvävegödslingsnivåer inom varje försök finns vissa möjligheter att jämföra rekommendationerna från de olika nivåerna med varandra.

Vid full precision skulle rekommendationerna från de 3 kvävenivåerna ge ungefär samma slutgiva inom en och samma sort. Detta kan emellertid endast kontrolleras i de fall då en tilläggsgiva rekommenderats. I de fall då "inget ytterligare behov föreligger" enligt analysen finns ju möjligheten att slutgivan skulle ligga under den giva som redan getts.

Med dessa inskränkningar kan jämförelser mellan rekommendationerna på kvävenivåerna 100 och 150 kg/ha göras i 7 fall. De rekommenderade slutgivorna på nivån 150 kg/ha visar sig då ligga 23 kg/ha högre än på nivån 100 kg/ha. Det förekommer emellertid både positiva och negativa skillnader varför avvikelserna i det enskilda fallet blir 49 kg/ha. Någon annan förklaring än osäkerhet i prognoserna kan för närvarande inte anges.

Skördetidens betydelse

I serierna 1241 och 1241 B förekommer 2 skördetider. Första skörden skedde omkring första september och den andra omkring första oktober eller något senare. Det föreligger sålunda i princip en viss möjlighet att bedöma växtanalysprognosernas tillförlitlighet vid 2 tillfällen. Jämförelsematerialet är relativt begränsat men å andra sidan finns det veterligt inget motsvarande material från tidigare undersökningar.

Avkastningsresultaten visar att optimal kvävegiva är högre för skörd 2 än för skörd 1. Agrolabs prognoser grundar sig emellertid på skattad skörd vid den sena tidpunkten varför råden i regel leder till för höga kvävegivor om skörden sker tidigt. För tidig skörd bör ingångsgivan inte överstiga 100 kg/ha eftersom möjligheterna till justering av givan annars försvinner.

För att förbättra prognoserna måste avkastningsnivån kunna anges säkrare bland annat med hänsyn till skördetiden. I här föreliggande fall har prognoserna inte varit användbara för den tidiga skörden.

Sannolikt måste gödslingsrekommendationerna till potatis därför förändras med hänsyn till skördetidpunkten. Vid tidig skörd bör kvävegivan troligen reduceras avsevärt i förhållande till nuvarande rekommendationer.

Olika sorter

I försöksserierna ingår sorter med olika tidighet. Materialet är dock för litet för att medge en uppdelning och jämförelse mellan sorterna med avseende på gödslingsprognosernas tillförlitlighet.

B. Försöksserien R7-714

Inledning

I utvärderingen av växtanalysen har även ingått försök från den officiella sortprovningen med fabrikspotatis. Från försöksserie R7-714 med 3 olika kvävegivor har prov tagits i sorten Prevalent från sammanlagt 11 försök under perioden 1990-1992.

Försöksplan

Försöken som provtogs var upplagda enligt följande plan:

Sorter	Gödslingsgivor, kg N/ha	Antal upprepningar
7-8	100 150 200	2

Provtagning och analyser har utförts enligt den metodik som utarbetats vid Agrolab, avseende växt- och jordanalys. Metoden finns närmare beskriven under kapitlet Använda växtanalysmetoder.

I försöken provtogs endast sorten Prevalent, som är en av mätarsorterna i alla fabrikspotatisförsöken.

Antal försök

År	Försöks- serie	Försöksplats, län eller försöksstation
1990	R7-714	H, K, L, M och Ugerup = 5
1991	"	K, L och M län = 3
1992	"	H, K och L län = 3

Försöksplatsernas gödsling och växtnäringsförhållanden

Försöksplatserna gödslades med omkring 75-80 kg fosfor och 200 kg kalium. I regel tillfördes dessutom mikronäringsämnen i samband med att man

gödslade med blandgödselmedel som NPK 8-7-16 mikro. Kvävet tillfördes extra motsvarande 100, 150 och 200 kg N per hektar.

I vissa fall tillfördes stallgödsel vars tillgänglighet i stor utsträckning beror på rådande väderleksförhållanden.

Försöksplatsernas växtnäringsförhållanden framgår av tabell 16.

Tabell 16. Fosfor- och kaliuminnehåll (mg/100g jord), borinnehåll (mg/kg) samt pH-värden på de olika försöksplatserna

Jordart	År	Försöks- plats	K-HCl	K-Al	P-HCl	P-Al	B	pH- H ₂ O
mmh sand	1990	H	45	8,0	41	12,0	0,3	5,6
mmh svagt lerig sand		K	55	14,0	94	19,0	0,4	6,4
mmh lerig sand		L	55	9,0	82	21,0	1,8	7,5
mf moränsand		M	45	9,0	33	8,0	0,2	5,8
mmh sand		Ugerup	55	10,0	75	20,0	0,5	6,5
mmh lerig mo	1991	K	90	7,0	113	17,0	0,9	6,0
mf sand		L	65	11,0	95	39,0	1,3	6,4
mr lerig moränsand		M	45	4,0	48	5,0	1,4	6,0
mulljord	1992	H	150	22,0	63	9,0	0,8	5,5
mr lerig sand		L	60	14,0	92	30,0	2,2	6,6
mf s		K	35	4,0	52	18,0	0,2	6,3

Väderleksförhållanden under försöksperioden

Nederbörd och temperatur har tidigare redovisats under perioden 1989-1992 under kapitlet Väderlek, varför en upprepning är onödig. Avvikelserna från medeltemperaturen under en längre period är inte särskilt stora med undantag för junitemperaturen 1991, som var betydligt lägre än för den långa perioden. Även nederbörden uppvisar en del avvikelser. Detta gäller i synnerhet juninederbörden under 1992, då ingen nederbörd noterades, medan medeltalet för perioden var omkring 40 mm. Trots att försöken bevattnades påverkades de med stor sannolikhet av de varierande väderleksförhållandena mellan olika försöksplatser och år.

Resultat

Då resultaten från de enskilda försöken visar stora avvikelser avseende skördenivå och reaktion för kväve redovisas de var för sig. I tabell 17 anges försöksplats, år, tillgängligt kväve i marken efter vårgödslingen, Agrolabs analysvärden avseende N, P, K och Mg, förväntad knölskörd enligt provtagarens uppskattning, aktuell knölskörd och Agrolabs rekommendationer på tilläggsgödsel. Det tillgängliga kvävet i marken varierar inom ett stort intervall. Detta avspeglar sig inte i skördens storlek. Sålunda är det tillgängliga kvävet omkring 40 kg i alla 3 försöksleden i M län 1991. Den aktuella skörden ligger på omkring 50 ton per hektar. I H län 1992 ligger värdena på mellan 250 och 590 kg per hektar och den aktuella skörden är mellan 35 och

37 ton. När det gäller skillnaderna mellan förväntad och aktuell skörd är avvikelserna avsevärda. I L län 1992 ligger uppmätta skörden 20 ton över den förväntade medan den uppmätta skörden i K län 1991 ligger 20 ton under den förväntade.

På grundval av analysresultaten och den förväntade skörden vid optimal kvävegödsling har gödslingsbehoven i kg kväve per hektar beräknats av Agrolab.

I försöken var gödslingsleden 100, 150 och 200 kg N per hektar. Enligt analysresultaten varierade kvävebehovet från 0 till 170 kg N per hektar. I vissa försök blev därför den totala gödslingsgivan mycket hög. I 1990 års försök från H, K och M län rekommenderades en tilläggsgödsling på 150 kg N per hektar i de gödslingsled som redan erhållit 200 kg N vid sättningen. Detta innebär en total kvävegiva på 350 kg N per hektar!

I tabell 17 har också växtnäringsinnehållet av P, K och Mg angivits och de visar på något låga värden i flera fall. Detta kan ha stört tillväxten något, vilket kan ha bidragit till att kvävet inte kunnat utnyttjas helt. Optimala värden för kalium ligger enligt Agrolab inom området 5,3-6,3 procent, fosfor 0,52-0,62 procent och magnesium 0,35-1,2 procent av torrsubstansen.

I figur 12 redovisas förändringar i den biologiska skörden vid olika kvävegödsling. Det framgår därvid att biologiskt optimum ligger vid 163 kg N per hektar. Då korrelationskoefficienten är mycket låg på grund av den stora spridningen runt medeltalskurvan ligger det stor osäkerhet runt värdet.

I figur 13 har medeltalskurvan för intäkterna beräknats vid olika insatser av kväve. Vid beräkningarna har antagits att odlaren erhållit 45,66 kr per 100 kg potatis vid 17 procent stärkelse och att kvävet kostar 7 kr per kg. Vid beräkningen har kostnaden för kvävet minskats från bruttointäkten. Beräknat ekonomiskt optimum ligger vid 144 kg kväve.

Liksom när det gäller biologiskt optimum är spridningen kring den framräknade medeltalslinjen mycket stor ifråga om intäktslinjen. Den svaga anpassningen framgår också av att korrelationskoefficienten även här är mycket låg.

Den biologiska linjen speglar dock verkligheten ganska bra, då erfarenhetsmässigt gödslingsoptimum ligger vid 150-170 kg kväve per hektar.

Diskussion

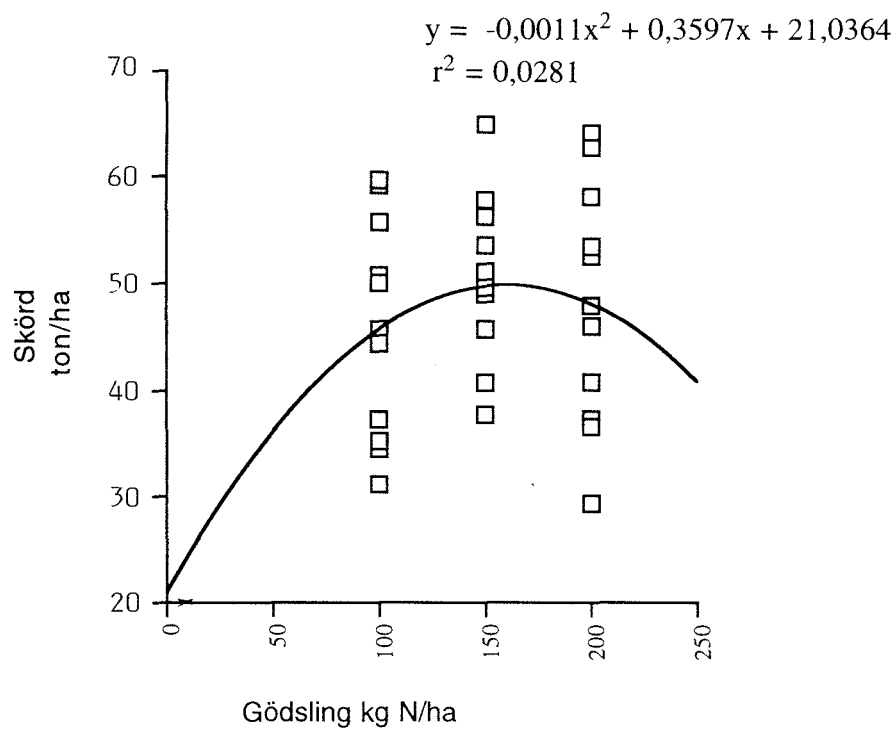
Den metodik som utarbetats av Agrolab med provtagning i växande gröda av blad och jord för att utröna potatisens kvävebehov under växtsäsongen har utförts i sorten Prevalent i försöksserie R7-714 under åren 1990-1992.

Resultaten har varierat mellan olika försöksplatser och år varför det är stor spridning runt de framräknade medeltalslinjerna. Framräknat ekonomiskt optimum visar att med det tillgängliga försöksmaterialet, lönar det sig inte att gödsla med högre kvävegiva än cirka 145 kg per hektar. Som framgår av tabell 17 ligger de rekommenderade tilläggsgivorna som framtagits på grundval av Agrolabs analyser i de flesta fall alldeles för högt. Av 33 genomförda analyser har det i 6 fall rekommenderats en tilläggsgiva där man kvävegödslat

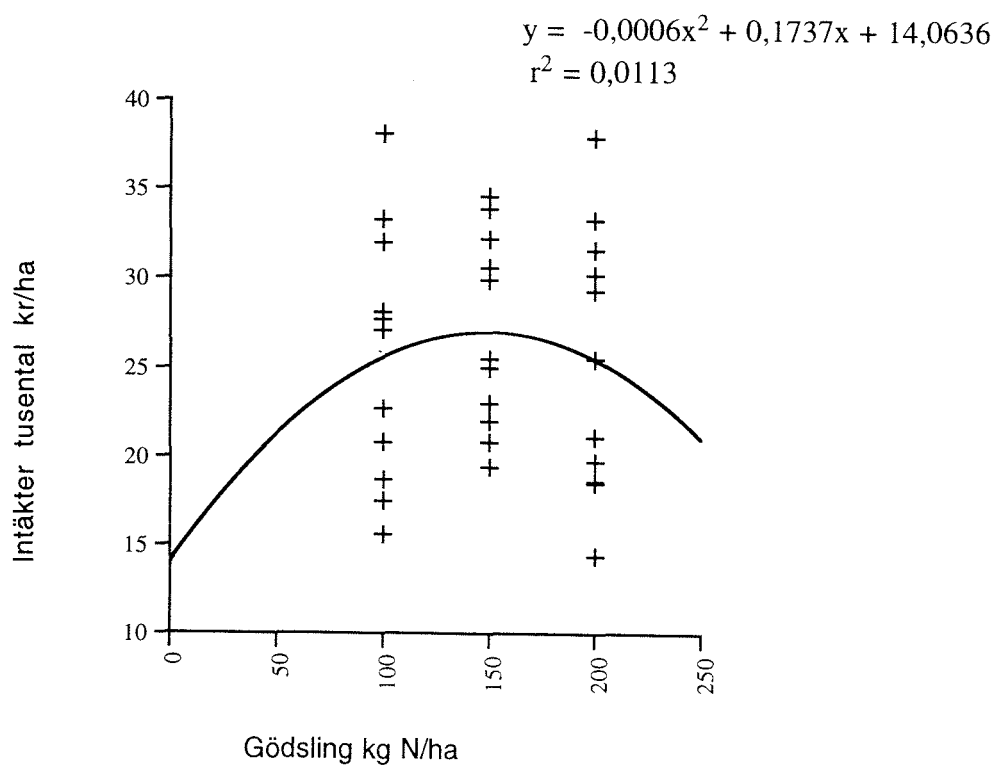
med 200 kg/ha vid sättningen. I 9 fall har det rekommenderats tilläggsgödsling där grundgödslingen varit 150 kg/ha vid sättningen och i 9 fall har tilläggsgödsling rekommenderats när grundgödslingen varit 100 kg/ha. Intäktskurvan som redovisas i figur 13 visar på ett något lägre kväveoptimum än vad den biologiska medeltalskurvan visar. De rekommenderade tilläggsgivorna måste därför ligga alldeles för högt i gödslingsleden 150 och 200 kg kväve per hektar.

Tabell 17. Analysvärden och skörd från enskilda försök av sorten Prevalent under perioden 1990-1992

Försöks- plats	År	Försöks- gödsling av kväve kg/ha	Tillgäng- ligt kväve i marken, NO ₃ - + NH ₄ , kg/ha	Växtnäringsinnehåll enligt analys, % av ts				Uppskattad skörd vid opt. N-gödsl. ton/ha	Uppmätt skörd, ton/ha	Kvävebehov på grundval av analys, kg N/ha
				N	P	K	Mg			
H	1990	100	36	4,7	0,41	4,5	0,32	50	45,7	170
		150	50	5,1	0,42	4,4	0,31	50	45,7	130
		200	38	5,0	0,38	3,7	0,36	50	37,3	150
K		100	36	5,1	0,39	5,5	0,39	40	31,1	170
		150	50	5,1	0,42	4,4	0,31	50	49,0	150
		200	50	5,0	0,38	3,7	0,36	50	47,9	150
L		100	97	4,9	0,32	4,6	0,33	55	59,2	25
		150	191	5,0	0,34	5,1	0,33	55	57,9	—
		200	116	4,9	0,34	4,8	0,30	55	64,2	20
M		100	36	4,7	0,41	4,5	0,32	50	50,8	170
		150	50	5,1	0,42	4,4	0,31	50	53,6	130
		200	38	5,0	0,38	3,7	0,36	50	52,6	150
Ugerup		100	102	4,9	0,35	4,8	0,42	45	50,1	—
		150	85	5,0	0,45	3,6	0,33	45	49,6	20
		200	158	5,1	0,42	3,9	0,39	45	46,0	—
K	1991	100	37	3,9	0,47	3,5	0,35	50	34,5	70
		150	51	4,6	0,51	3,8	0,43	50	40,7	70
		200	124	5,0	0,49	4,8	0,45	50	29,8	—
L		100	47	5,5	0,64	5,0	0,44	53	55,7	70
		150	93	5,9	0,61	4,9	0,44	53	56,3	70
		200	202	5,8	0,60	5,5	0,43	53	58,2	—
M		100	52	5,4	0,39	3,8	0,42	45	44,4	70
		150	45	5,4	0,38	4,3	0,41	45	51,1	70
		200	114	5,5	0,34	4,5	0,40	45	53,5	—
H	1992	100	252	5,1	0,38	4,0	0,35	40	35,2	—
		150	286	5,2	0,36	4,0	0,44	40	37,7	—
		200	587	5,6	0,38	4,1	0,44	40	36,6	—
L		100	105	3,9	0,40	4,1	0,24	40	59,7	40
		150	109	4,0	0,41	4,2	0,23	45	65,0	45
		200	114	4,0	0,39	4,2	0,23	45	62,8	60



Figur 12. Medeltalskurva, ton per hektar, för bruttoskörden vid olika kvävegivor. Avkastningsoptimum ligger vid 163 kg kväve.



Figur 13. Medeltalskurva, tusental kronor per ha, för bruttointäkten vid olika kvävegivor. Ekonomiskt optimum ligger vid 144 kg kväve per hektar.

SAMMANFATTNING OCH DISKUSSION

Under åren 1989-1992 genomfördes 32 fältförsök i fabrikspotatis med beteckningarna R1-253, FK-6048, L1-6048 och SO-6048 i samarbete mellan Fabrikspotatiskommittén och Avdelningen för hydroteknik vid SLU. Avsikten med försöken var dels att undersöka olika växtanalysmetoders tillförlitlighet som underlag för växtnäringsrådgivning dels att få fram ett underlag för förbättring av de på växtanalyserna baserade råden. Undersökningarna var huvudsakligen inriktade på kväve men även kalium ingick i försöken från 1990. För att bredda underlaget användes även serierna R7-714, FK-1241, FK-1241B och FK-8001. Dessa serier var primärt avsedda för sortprovning med kvävenivåerna 100, 150 och 200 kg/ha

De analysmetoder som användes var

Agrolabs växt- och jordanalys

Bestämning av nitratkväve i bladskäft

LMI:s växtsaft- och jordanalys

Bestämning av nitratkväve i bladskäft med en snabbmetod

* Utvärderingen av de på analyser baserade rådens tillförlitlighet gjordes i 2 steg. Först bedömdes om råden gick i rätt eller fel riktning. Därefter bedömdes om den rekommenderade givan var rätt eller fel. Kravet för att rådet skulle anses rätt var att avvikelserna från den ekonomiskt optimala givan var högst 15 kg/ha.

* Beträffande Agrolabs på totalkväve i blad och mineralkväve i jorden baserade råd i serierna 253 och 6048 var rådets riktning rätt i 67 % av fallen. Träffsäkerheten var större i ogödslade led än i led som kvävegödslats med 100 eller 150 kg/ha.

* Att förutsäga givans storlek med precision var svårare. Det uppställda kravet att rådet inte fick avvika med mer än 15 kg/ha från den optimala givan uppfylldes med Agrolabs metod i 26 % av fallen. I medeltal underskattades behovet av kvävegödsling med 24 kg/ha. Variationen var emellertid stor. I 31 % av fallen överskattades givan med i medeltal 49 kg/ha och i 58 % av fallen underskattades givan med i medeltal 60 kg/ha.

* Sambandet mellan totalkväveanalyserna och behovet av kompletteringsgödsling med kväve för optimal skörd var statistiskt säkert med 37 % förklaringsgrad. Vid låga analysvärden (under 5,0) var det lönsamt att ge ytterligare kväve i flertalet fall (76 %). Vid analysvärden mellan 5,0 och 6,0 var det lönsamt i 38 % av fallen. Att det även var lönsamt att kompletteringsgödsla i 4 av 6 fall vid analysvärden över 6,0 stör bilden.

* De på nitratkväveanalyser av bladskäft baserade råden i serierna 253 och 6048 angav rätt riktning i 73 % av fallen. Träffsäkerheten var högre i ogödslade led än i led som kvävegödslats med 100 eller 150 kg/ha.

* Att förutsäga givans storlek med precision var svårare. Det uppställda kravet att rådet inte fick avvika med mer än 15 kg/ha från den optimala givan uppfylldes i 29 % av fallen. I medeltal underskattades behovet av kvävegödsling med 30 kg/ha. I 7 av fallen överskattades behovet med i medeltal 39 kg/ha och i 38 fall underskattades behovet med i medeltal 54 kg/ha.

* Sambandet mellan nitratanalysvärden och behovet av kväve för optimal skörd var statistiskt säkert med relativt hög förklaringsgrad (56 %). Vid låga analysvärden (0 - 1,5) var det nästan alltid (93 % av fallen) lönsamt att kompletteringsgödsla med kväve. Vid höga värden (över 2,5) var det nästan aldrig lönsamt. Vid medelhöga värden (1,5 - 2,5) var det lönsamt att kompletteringsgödsla i hälften av fallen.

* LMI gjorde växtanalyser i 6 av försöken 1991-1992. Undersökningen var av orienterande karaktär eftersom analyserna tidigare huvudsakligen använts inom trädgårdsodlingen. Råden baseras på plantsaftanalys och jordanalys.

* Rådens riktning var rätt i omkring 70 % av fallen. Däremot var det svårt att ange rätt tillskottsgiva. Ett skäl kan vara att LMI:s metod inte var anpassad för jordbruksförhållanden utan tidigare arbetat med tätare provtagningar och små tillskottsgivor. Laboratoriet har meddelat att en anpassning av metoden i enlighet med de erhållna resultaten har genomförts.

* Snabbmetoden för bestämning av nitratinnehållet i bladskaff med nitratkänsliga "kvävestickor" och en reflektometer användes för jämförelse med laboratoriebestämningar av nitratkväve. Sambandet med laboratoriebestämningar var mycket gott ($r = 0,94$). Det innebär att lantbrukare eller rådgivare själva snabbt kan göra tillförlitliga analyser.

* Resultaten från serierna FK-1241, FK-1241B och FK-8001 stämmer i huvudsak överens med dem som redovisats för huvudserierna ovan. Träffsäkerheten beträffande riktningen ligger mellan 50 och 75 %. Givans storlek angavs rätt i ungefär 25 % av fallen.

* Resultaten av Agrolabs råd i serien R7-714 visar att riktningen bedömts rätt i omkring 60 % och givans storlek i omkring 30 % av fallen. Kvävegödslingsbehovet överskattades kraftigt i många fall.

* Ungefär samma resultat som de på analyser baserade råden givit kan erhållas genom tillämpning av känd teknik, det vill säga gödsling med på tillgängliga försöksresultat baserade optimala givor. Precisionen i det enskilda fallet är även härvidlag svag. "Rätt giva", med kravet att avvikelsen från ekonomiskt optimal giva får vara högst 15 kg/ha, skulle i de här aktuella försöken uppnåtts i omkring en tredjedel av fallen med denna metod.

* Det har genomgående visat sig att precisionen även med växtanalyser i det enskilda fallet är svag. Det är därför angeläget med löpande metodförbättringar. De i denna rapport redovisade undersökningarna är ett led i en sådan utveckling.

* Beträffande Agrolabs omdömen baserade på kaliumanalyser av blad kan ungefär hälften anses vara riktiga beträffande riktningen. Omdömena har varit av typen "något underskott", "tillräckligt" eller liknande och inte angett storleken på eventuella tillskottsgivor på detta stadium.

* Tillskott av kalium till en grundgiva om 150 kg/ha hade positiv effekt i ungefär hälften av fallen.

* Optimal giva av kalium varierade men låg i medeltal på omkring 200 kg/ha, vilket stämmer med existerande rekommendationer.

* Där jämförelser kunnat göras var det fördelaktigt med delad kaliumgiva i ungefär hälften av fallen.

* Kaliumgödsling enligt markkartering gav i föreliggande fall ungefär samma medelresultat som gödsling efter växtanalys. Precisionen i det enskilda fallet var vid båda förfarandena svag.

Generellt bör vissa villkor vara uppfyllda för att en växtanalysmetod skall vara användbar för att ge tillförlitliga prognoser om gödslingsbehovet under växtperioden. Bland annat bör det finnas goda samband mellan

1. Uppmätta analysvärden och gödslingsbehovet
2. Uppmätta analysvärden och avkastning
3. Växtnäringstillgång eller gödsling och analysvärden

Dessa och flera andra samband har analyserats för de data som framkommit i försöksserierna R1-253, FK-6048, SO-6048 och L1-6048. En jämförelse mellan metoderna "totalkväveanalys av blad" och "nitratkväveanalys av bladskäft" beträffande dessa samband kan därför göras.

Sambandet mellan analysvärden och gödslingsbehovet för att uppnå optimal skörd var statistiskt säkert (99,9 %) för båda metoderna. Förklaringsgraden (r^2) var 37 % för totalkväveanalyserna och 56 % för nitratkväveanalyserna. Korrelationskoefficienten (r) var 0,60 respektive 0,75.

För totalkväveanalyserna fanns inget statistiskt säkert samband mellan analysvärden och avkastning. Det gäller för både knölskörd och stärkelseskörd. För nitratkväveanalyserna var båda sambanden statistiskt säkra (99 % för knölskörd, 95 % för stärkelseskörd). Korrelationskoefficienten för knölskörd och stärkelseskörd var 0,43 respektive 0,37.

Mellan kvävegödslingen och analysvärdena fanns statistiskt säkra (99,9 %) samband för båda analysmetoderna. Förklaringsgraden var 20 % för totalkväveanalyserna ($r=0,45$) och 48 % för nitratkväveanalyserna ($r=0,69$). Signifikansen för dessa samband var högre än exempelvis för sambanden mellan kvävegödsling och knöl- eller stärkelseskörd.

Motsvarande beräkning för kvävetillgång (kvävegödsling + mineralkväve på våren) och analysvärden gav också statistiskt säkra samband (99,9 %) för båda analysmetoderna. Förklaringsgraden blev 21 % ($r=0,47$) för totalkväveanalyserna och 48 % ($r=0,69$) för nitratkväveanalyserna. Även dessa samband är bättre än sambanden mellan kvävetillgång och knöl- eller stärkelseskörd.

De redovisade sambanden finns samlade i tabell 18. Där redovisas också andra samband som beräknats. Som framgår av tabellen fanns det inga säkra samband mellan mineralkväve i marken på våren och knöl- eller stärkelseskörd. Däremot fanns det samband mellan mineralkväve på våren och växtanalysvärdena.

Vid jämförelse mellan analysmetoderna kan man notera att samtliga samband där "nitratkväve i bladskäft" ingår har högre signifikans och/eller högre korrelationskoefficient än motsvarande samband för "totalkväve i hela blad".

Tabell 18. Statistisk signifikans och korrelationskoefficient för olika samband beräknade på försöksserierna R1-253, FK-6048, SO-6048 och L1-6048

Parametrar	Statistisk signifikans, %	Korrelationskoeff., r
1. Mineralkväve, 0-30 cm - Knölskörd	ns	0,23
2. " - - Stärkelseskörd	ns	0,07
3. " , 0-60 cm - Knölskörd	ns	0,23
4. " - - Stärkelseskörd	ns	0,09
5. Kvävegödsling - Knölskörd	99	0,34
6. " - Stärkelseskörd	99	0,31
7. Kvävegödsling + Min-N, 0-60 cm - Knölskörd	95	0,36
8. " - - Stärkelseskörd	90	0,32
9. Mineralkväve, 0-30 cm - Total-N i blad	95	0,60
10. " - NO ₃ -N i bladskäft	99	0,67
11. Kvävegödsling - Total-N i blad	99,9	0,45
12. " - NO ₃ i bladskäft	99,9	0,69
13. Kvävegödsling + Min-N, 0-60 cm - Total-N	99,9	0,47
14. " - - NO ₃ -N	99,9	0,69
15. Total-N i blad - Knölskörd	ns	0,12
16. NO ₃ -N i bladskäft - "	99	0,43
17. Total-N i blad - Stärkelseskörd	ns	0,008
18. NO ₃ -N i bladskäft - "	95	0,37
19. Total-N i blad - Kvävegödslingsbehov	99,9	0,60
20. NO ₃ -N i bladskäft - "	99,9	0,75

ns = icke signifikant samband

LITTERATURFÖRTECKNING

- Biärsjö, J. 1992. Erfarenheter av växtanalys i potatis. Ingår i Växtanalys i gödslingsrådgivningens tjänst. NJF - Utredning/Rapport nr 81. NJF-seminarium nr 215. 152 s.
- Buwalda, J.G. & Freeman, R.E. 1987. Effects of nitrogen fertilizers on growth and yield of potato, onion, garlic and hybrid squash. *Scientia Horticulturae* 32:161-173.
- Gardner, B.R. & Jones, J.P. 1975. Petiole analysis and the nitrogen fertilization of Russet Burbank potatoes. *American Potato Journal* 52: 195-200.
- Gupta, A. & Saxena, M.C. 1976a. Evaluation of leaf analysis as a guide to nitrogen and phosphorus fertilization of potato. *Plant and Soil* 44: 597-605.
- Gupta, A. & Saxena, M.C. 1976b. Total nitrogen concentration in leaves of potatoes as an index of nutritional status. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*. 87: 293-296.
- Jemison, J.M. & Fox, R.H. 1988. A quick-test procedure for soil and plant tissue nitrates using test strips and a hand-held reflectometer. *Commun. in Soil Sci. Plant Anal.* 19: 1569-1582.
- Lennartsson, N. Odaterad. Växtanalys som diagnostiskt hjälpmedel i fabriks potatis. Sveriges Lantbruksuniversitet, Avd. för växtnäringslära. Examensarbete. 51 s + bil.
- Linnér, H. 1992. Nitratanalys som hjälpmedel för styrning av kvävegödsling till potatis. Ingår i Växtanalys i gödslingsrådgivningen tjänst. NJF - Utredning/Rapport nr 81. NJF-seminarium nr 215. 152 s.
- Loon, C.D. van & Houwing, J.H. 1989. Optimalisering van de stikstofvoeding van consumptie-aardappelen. PAGV-publikatie 42. 90 s.
- Lorenz, O.A. & Tyler, K.B. 1976. Plant tissue analysis of vegetable crops. Ingår i Riesenauer, H.M. (editor), 1976. Soil and plant-tissue testing in California. University of California, Division of Agricultural Sciences. Bulletin 1879. s 21-25.
- Månsson, L & Jeppsson, M. 1992. PS-analys contra totalanalys av växter. Ingår i Växtanalys i gödslingsrådgivningens tjänst. NJF - Utredning/Rapport nr 81. 152 s.
- Nielsen, N.E. 1992. Vurdering af planters ernæringstilstand ved hjælp av kemiske planteanalyser. Ingår i Växtanalys i gödslingsrådgivningens tjänst. NJF - Utredning/Rapport nr 81. NJF-seminarium nr 215. 152 s.
- Nitsch, A & Varis, E. 1991. Nitrate estimates using the Nitrachek Test for precise N-fertilization during plant growth and, after harvest, for quality testing potato tubers. *Potato Research* 34: 95-105.
- Porter, G.A. & Sisson, J.A. 1991. Petiole nitrate content of Maine-grown Russet Burbank and Shepody potatoes in response to varying nitrogen rate. *American Potato Journal* 68: 493-505.
- Prasad, M. & Spiers, T.M. 1984. Evaluation of a rapid method for plant sap nitrate analysis. *Commun. in Soil Sci. Plant Anal.* 15: 673-679.
- Prummel, J. & Barnau-Sijtoff, P.A. von. 1984. Optimum phosphate and potassium levels in potato tops. *Fertilizer Research* 5: 203-211.
- Reisenauer, H.M. (Editor). 1976. Soil and plant-tissue testing in California. University of California, Division of Agricultural Sciences. Bulletin 1879. 54 s.
- Rhue, R.D. & Hensel, D.R. & Kidder, G. 1986. Effect of K fertilization on yield and leaf nutrient concentrations of potatoes grown on a sandy soil. *American Potato Journal* 63: 665-681.

- Roberts, S. & Cheng, H.H. 1988. Estimation of critical nutrient range of petiole nitrate for sprinkler-irrigated potatoes. *American Potato Journal* 65: 119-124.
- Roberts, S. & Cheng, H.H. & Farrow, F.O. 1989. Nitrate concentration in potato petioles from periodic application of ¹⁵N-labeled ammonium nitrate fertilizer. *Agronomy Journal* 81: 271-274.
- Simán, G. 1992. Principen för växtanalysmodeller som grund för gödslingsrådgivning. Ingår i Växtanalys i gödslingsrådgivningens tjänst. NJF Utredning/Rapport nr 81. NJF-seminarium nr 215. 152 s.
- Svensson, H.I. 1992. Lantmännens växt- och jordanalysmodell. Ingår i Växtanalys i gödslingsrådgivningens tjänst. NJF Utredning/Rapport nr 81. NJF-seminarium nr 215. 152 s.
- Williams, C.M.J. & Maier, N.A. 1990. Determination of the nitrogen status of irrigated potato crops. I. Critical nutrient ranges for nitrate-nitrogen in petioles. II. A simple on farm quick test for nitrate-nitrogen in petiole sap. *Journal of Plant Nutrition* 13: 971-993.

Årliga rapporter från Fabrikspotatiskommittén:

Resultat från 1989 års försök. Medd. nr 26 från FK

"	"	1990	"	"	"	27	"	"
"	"	1991	"	"	"	28	"	"
"	"	1992	"	"	"	29	"	"

Förteckning över utgivna häften i publikationsserien

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET, UPPSALA. INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP.
AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK. AVDELNINGSMEDDELANDE. Fr o m 1992

- 92:1 Rockström, J. Framtidens livsmedelsförsörjning i världens torra regioner: Begränsas den av tillgången på vatten? 106 s.
- 92:2 Kerje, T. Erosionsmätningar i Nicaragua. 35 s.
- 92:3 Burujeny, M. B. Dygnsvariation i bladvattenpotential hos raps och senap. Mätningar och simuleringar. 27 s.
- 92:4 Simonsson, M. Rotstudier i några olika ärtsorter. 15 s.
- 92:5 Malm, P. Spridning av flytgödsel med bevattningsmaskin försedd med lågspridningsramp. 46 s.
- 92:6 Linnér, H., Persson, R., Berglund, K. & Karlsson, S.-E. Resultat av 1991 års fältförsök avseende detaljavvattnings, markvård och markförbättring samt bevattning. 105 s.
- 93:1 Jansson, C. Rekonstruktion av naturlig vattenföring i Österdalälven och värdering av regleringsnytta. 30 s + 5 bil.
- 93:2 Linnér, H., Persson, R., Berglund, K. & Karlsson, S.-E. Resultat av 1992 års fältförsök avseende detaljavvattnings, markvård och markförbättring samt bevattning. 83 s.
- 93:3 Joel, A. & Wesström, I. Vattenhushållning vid bevattning - en studie av tillämpad bevattningsteknik i Sidi Bouzid-distriktet, Tunisien. 54 s.
- 93:4 Jansson, P.-E. SOIL model. User's Manual. Second edition. 65 s.
- 93:5 Danfors, B. & Linnér, H. Resursbevarande odling med marktäckning och grund inbrukning av växtmaterial. 86 s.
- 93:6 Jansson, P.-E. PLOTTPF. User's manual. 33 s.
- 93:7 Båth, A. Studier av rotutveckling och markvattenhalt i försök med marktäckning. 71 s.
- 94:1 Tabell, L. Tjäle i torvjord. 46 s
- 94:2 Halldorf, S. Runoff water as a soil forming factor in arid zones. 62 s.
- 94:3 Jansson, P.-E. SOIL model. User's Manual. Third edition. 66 s.
- 94:4 Eckersten, H., Jansson, P.-E. & Johnsson, H. SOILN model. User's manual. Second edition. 58 s.
- 94:5 Persson, R. (ed.). Proceedings, NJF-seminar no 247, Agrohydrology and nutrient balances, October 18-20, 1994, Uppsala, Sweden. 111 s.
- 95:1 Alavi, G. Radial stem growth and transpiration of Norway spruce in relation to soil water availability. Granens tillväxt och transpiration i relation till markvattnets tillgänglighet (Licenciatavhandling). 13 + 11 + 14 s.
- 95:2 Johansson, W. & Fellin, O. Biogas från vall. Teknik och ekonomi vid odling, skörd, transporter, ensilering samt rötning med tvåstegsteknik. 38 s.
- 95:3 Svensson, E., Linnér, H. & Carlsson, H. Utvärdering av växtanalys i fabrikspotatis. 53 s.